

KLINIK UND PROBLEMATIK ANGEBORENER
THORAXWANDDEFEKTE

Werner Billinger

1976

Dissertationsdruck

Blasaditsch GmbH • 89 Augsburg 17 • Theodor-Heuß-Platz 3 • Telefon (0821) 51 85 63

Aus der Kinderchirurgischen Klinik der
Universitätskinderklinik München im
Dr. v. Haunerschen Kinderspital
Direktor: Prof. Dr. W. Ch. Hecker

KLINIK UND PROBLEMATIK ANGEBORENER THORAXWANDDEFEKTE

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
an der Ludwig Maximilians-Universität zu München



vorgelegt von
Werner Billinger

aus
Augsburg

Jahr

1976

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der
Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. W. Ch. Hecker

Dekan: Prof. Dr. W. Spann

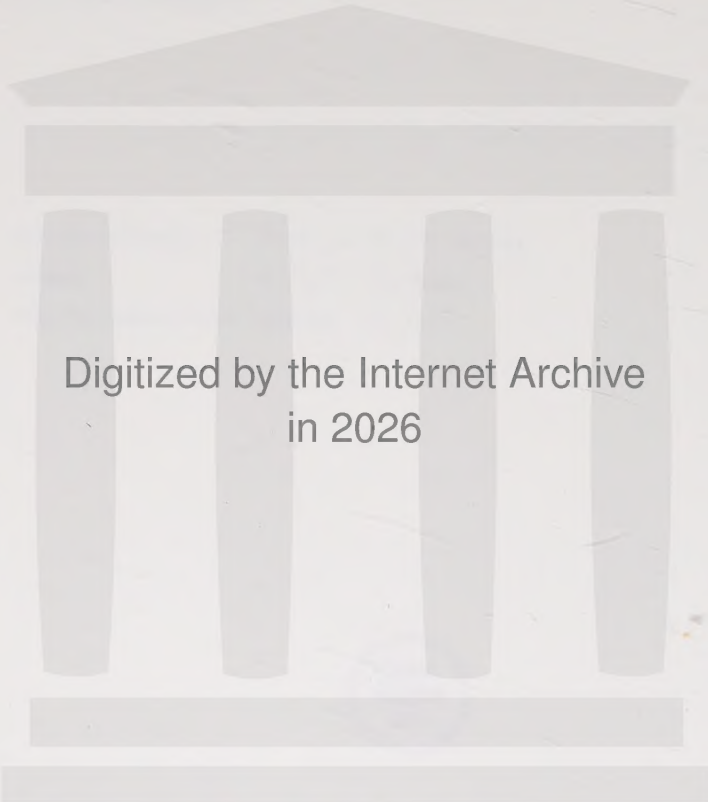
Tag der mündlichen Prüfung: 27. 7. 76



INHALT

I. Einleitung	1
II. Die Geschichte der Musik	2
III. Die Musik in der Gegenwart	3
IV. Die Musik in der Zukunft	4
V. Die Musik als Kunst	5
VI. Die Musik als Wissenschaft	6
VII. Die Musik als Religion	7
VIII. Die Musik als Politik	8
IX. Die Musik als Philosophie	9
X. Die Musik als Psychologie	10
XI. Die Musik als Pädagogik	11
XII. Die Musik als Medizin	12
XIII. Die Musik als Ethik	13
XIV. Die Musik als Ökonomie	14
XV. Die Musik als Soziologie	15
XVI. Die Musik als Anthropologie	16
XVII. Die Musik als Kosmologie	17
XVIII. Die Musik als Theologie	18
XIX. Die Musik als Metaphysik	19
XX. Die Musik als Mystik	20
XXI. Die Musik als Magie	21
XXII. Die Musik als Alchemie	22
XXIII. Die Musik als Astrologie	23
XXIV. Die Musik als Numerologie	24
XXV. Die Musik als Geomantie	25
XXVI. Die Musik als Palmariologie	26
XXVII. Die Musik als Chiromantie	27
XXVIII. Die Musik als Oniromantie	28
XXIX. Die Musik als Pyromantie	29
XXX. Die Musik als Aeromantie	30
XXXI. Die Musik als Hydromantie	31
XXXII. Die Musik als Geomantie	32
XXXIII. Die Musik als Topomantie	33
XXXIV. Die Musik als Chronomantie	34
XXXV. Die Musik als Klimomantie	35
XXXVI. Die Musik als Tyromantie	36
XXXVII. Die Musik als Sideromantie	37
XXXVIII. Die Musik als Pyromantie	38
XXXIX. Die Musik als Aeromantie	39
XL. Die Musik als Hydromantie	40
XLI. Die Musik als Geomantie	41
XLII. Die Musik als Topomantie	42
XLIII. Die Musik als Chronomantie	43
XLIV. Die Musik als Klimomantie	44
XLV. Die Musik als Tyromantie	45
XLVI. Die Musik als Sideromantie	46
XLVII. Die Musik als Pyromantie	47
XLVIII. Die Musik als Aeromantie	48
XLIX. Die Musik als Hydromantie	49
L. Die Musik als Geomantie	50
LXI. Die Musik als Topomantie	51
LXII. Die Musik als Chronomantie	52
LXIII. Die Musik als Klimomantie	53
LXIV. Die Musik als Tyromantie	54
LXV. Die Musik als Sideromantie	55
LXVI. Die Musik als Pyromantie	56
LXVII. Die Musik als Aeromantie	57
LXVIII. Die Musik als Hydromantie	58
LXIX. Die Musik als Geomantie	59
LXX. Die Musik als Topomantie	60
LXXI. Die Musik als Chronomantie	61
LXXII. Die Musik als Klimomantie	62
LXXIII. Die Musik als Tyromantie	63
LXXIV. Die Musik als Sideromantie	64
LXXV. Die Musik als Pyromantie	65
LXXVI. Die Musik als Aeromantie	66
LXXVII. Die Musik als Hydromantie	67
LXXVIII. Die Musik als Geomantie	68
LXXIX. Die Musik als Topomantie	69
LXXX. Die Musik als Chronomantie	70
LXXXI. Die Musik als Klimomantie	71
LXXXII. Die Musik als Tyromantie	72
LXXXIII. Die Musik als Sideromantie	73
LXXXIV. Die Musik als Pyromantie	74
LXXXV. Die Musik als Aeromantie	75
LXXXVI. Die Musik als Hydromantie	76
LXXXVII. Die Musik als Geomantie	77
LXXXVIII. Die Musik als Topomantie	78
LXXXIX. Die Musik als Chronomantie	79
LXXXX. Die Musik als Klimomantie	80
LXXXXI. Die Musik als Tyromantie	81
LXXXXII. Die Musik als Sideromantie	82
LXXXXIII. Die Musik als Pyromantie	83
LXXXXIV. Die Musik als Aeromantie	84
LXXXXV. Die Musik als Hydromantie	85
LXXXXVI. Die Musik als Geomantie	86
LXXXXVII. Die Musik als Topomantie	87
LXXXXVIII. Die Musik als Chronomantie	88
LXXXXIX. Die Musik als Klimomantie	89
LXXXXX. Die Musik als Tyromantie	90
LXXXXXI. Die Musik als Sideromantie	91
LXXXXXII. Die Musik als Pyromantie	92
LXXXXXIII. Die Musik als Aeromantie	93
LXXXXXIV. Die Musik als Hydromantie	94
LXXXXXV. Die Musik als Geomantie	95
LXXXXXVI. Die Musik als Topomantie	96
LXXXXXVII. Die Musik als Chronomantie	97
LXXXXXVIII. Die Musik als Klimomantie	98
LXXXXXIX. Die Musik als Tyromantie	99
LXXXXXX. Die Musik als Sideromantie	100

Meinen lieben Eltern
in Dankbarkeit gewidmet



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41555611_0020

INHALTSÜBERSICHT

	Seite
A Zielsetzung	1
B Historische Einleitung	2
C Klinik und Behandlung angeborener Thoraxwanddefekte	7
I. <u>Trichterbrust</u>	
1. <u>Literaturstudium</u>	
a) Definition und Erscheinungsbild	7
b) Trichterbrusttypen	7
c) Ätiologie und Pathogenese	9
d) Häufigkeit	15
e) Geschlechtsverteilung	16
f) Vererbung	17
g) Klinik	19
h) Behandlungsmethoden	24
i) Operationsindikation	25
k) Operationsalter	26
l) Operationsmethoden und Ergebnisse	27
2. <u>Eigenes Krankengut</u>	
a) Krankengut	64
b) Operative Behandlung 1964 bis 1969	67
c) Nachuntersuchungsergebnisse 1964 bis 1969	72
d) Operative Behandlung 1969 bis 1972	79
e) Nachuntersuchungsergebnisse 1969 bis 1972	82
3. <u>Vergleich und Diskussion</u>	91

II. Übrige Thoraxwanddefekte

1. <u>Literaturstudium</u>	
a) Ätiologie und Pathogenese	105
b) Klinik	107
c) Behandlungsmethoden und deren Ergebnisse	109
2. <u>Eigenes Krankengut</u>	117
a) Operatives Vorgehen	119
b) Nachuntersuchungsergebnisse	122
3. <u>Vergleich und Diskussion</u>	127
D Zusammenfassung	131
E Literaturnachweis	134

A. Zielsetzung der Arbeit

Thoraxwanddefekte als Krankheitsbild sind schon seit langem bekannt. Durch die moderne Technik wurde eine Vielzahl von Operationsmethoden entwickelt, die es ermöglichen, die funktionelle als auch psychische Beeinträchtigung vor allem bei Kindern zu beseitigen.

Gerade aber die Vielzahl der Operationsmethoden, insbesondere auf dem Gebiet der Trichterbrust, stellt es dem Operateur zur Wahl, sich für die eine oder andere Methode zu entscheiden.

Der kritische Vergleich verschiedener operativer Techniken und deren Ergebnisse sollen untereinander und in Gegenüberstellung zur operativen Therapie an der Kinderchirurgischen Klinik der Universitätskinderklinik München im Dr. v. Haunerschen Kinderspital dazu beitragen, die Problematik dieses Gebietes aufzuzeigen und soll versuchen, einen Beitrag zur Lösung dieses Problems zu leisten.

B. Historische Einleitung

1. Trichterbrust

Der Name Trichterbrust wird zum erstenmal von EBSTEIN (1882) in die Literatur eingeführt. Davor wurde nur von einer "seltenen Mißbildung des Thorax" gesprochen.

Die erste Beschreibung der Trichterbrust geht auf BAUHNUS (1956) zurück; er sah als Ursache eine anlagebedingte, retrosternale Zugwirkung. Diese Theorie wurde von vielen anderen Autoren diskutiert und hat sich bis in unsere Gegenwart als BROWN's "ligamentum substernale" (1939) erhalten. Als Kuriosum seien die ätiologischen Überlegungen ZUCKERKANDL's (1880) und EBSTEIN's (1882) erwähnt, die u. a. an einen Druck des fötalen Unterkiefers auf das Brustbein bzw. Auswirkungen nervöser Einflüsse dachten.

Während NOWAK (1936) deutliche Hinweise auf einen Erbfaktor der angeborenen Trichterbrust fand, sprach EBSTEIN (1882) nur in einigen Fällen von einer angeborenen Deformität: "Der von mir beobachtete Kranke hat mit vollster Bestimmtheit angegeben, daß seine Thoraxdifformität sich erst nach Eintritt der Kinderlähmung, also im 2. Lebensjahre, entwickelt habe....".

Im allgemeinen wird in der Literatur MEYER (1911) als der erste Operateur einer Trichterbrust genannt. Es findet sich jedoch ein Hinweis von HARTTUNG (1913), daß bereits im Jahre 1899 durch Professor Tietze eine Trichterbrust operiert worden sein sollte. Es handelte sich um einen 20-jährigen Mann, der starke Herzbeschwerden zeigte und an Atemnot litt. Es wurde eine Resektion der tief eingesunkenen unteren Sternalhälfte durchgeführt; der Trichter sei daraufhin verschwunden und das Herz sei deutlich im Vergleich zum Zustand vor der Operation nach rechts zurückverlagert worden.

MEYER (1911) führte eine Operation an einem 16-jährigen "Arbeitsburschen" durch, die in einer vollständigen Resektion des 2. und 3., jeweils $2\frac{1}{2}$ cm langen Rippenknorpels bestand; es mußte später nochmals nachreseziert werden, da das Ergebnis als nicht ausreichend angesehen werden konnte, wobei allerdings auch dem 2. Eingriff kein Dauererfolg beschieden war. 2 Jahre später führte SAUERBRUCH (1931) an einem 18-jährigen Jungen mit hochgradiger Trichterbrust in Lokalanästhesie eine Operation durch; er resezierte einen 2 cm breiten bogenförmigen Abschnitt des Sternums in Höhe der 5. bis 9. Rippe einschließlich der linksseitigen Rippenknorpel. Bei 3 weiteren Fällen verfuhr er später ebenso. Über das Ergebnis wird berichtet, daß die vor der Operation bestehenden Herzbeschwerden verschwunden seien, und daß der Patient selbst nach Jahren noch beschwerdefrei gewesen sei.

HOFFMEISTER (1927) berichtete über einen 19-jährigen Jungen mit einer Trichterbrust, bei dem gleichzeitig eine paradoxe Atmung bestand. Es wurden die Knorpelspangen der 5. bis 9. Rippe links und rechts parasternal reseziert und der eingesunkene Teil des Sternums entfernt. Als Schutz für das Herz sollte das entnommene Knochenknorpelstück umgekehrt mit der Ausbuchtung nach vorn wieder eingesetzt werden; da die Rippenstümpfe aber zu weit auseinandergewichen waren, mußte darauf verzichtet werden. Durch den Erfolg ermutigt, der 12 Wochen p. op. festzustellen war, empfahl HOFFMEISTER (1927), den veränderten Sternumabschnitt zu resezieren, da nur eine ausgedehnte Entfernung der erkrankten Abschnitte einen Erfolg verbürgten; die mißlungenen Versuche von Meyer (1911) hätten dies gezeigt.

SAUERBRUCH berichtete 1931 über eine Operation an einem Mädchen mit besonders ausgeprägter Trichterbrust, bei welcher zum erstenmal eine äußere Fixation erwähnt wird. Er durchtrennte die Ansatzstellen der 4. bis 8. Rippenknorpel linear, resezierte jedoch nicht, sondern versuchte, das Sternum nur durch äußeren Zug herausziehen, was nach 8 Tagen auch gelungen war. Da die Fixationsvorrichtung jedoch zu früh entfernt wurde, kam es zu einem erneuten Einsinken der vorderen Brustwand. Er führte nun 2 Leinenbänder im Abstand von 6 cm unter dem Sternum durch und befestigte diese an der Zugvorrichtung; daraufhin konnte das Sternum in seiner Position gehalten werden, es verschwanden alle Beschwerden und das Allgemeinbefinden wurde erheblich gebessert.

2. Übrige Thoraxwanddefekte

Hierunter seien vor allem Sternumspalten bzw. Sternumaplasien, Kielbrust (pigeon breast, pectus carinatum), Rippenmißbildungen und Rippenaplasien genannt. Diese Mißbildungen sind oft unterschiedlich miteinander kombiniert oder können auch mit zusätzlichen Fehlbildungen vergesellschaftet sein.

Im Vergleich zur Trichterbrust sind diese Thoraxwanddefekte wesentlich seltener und deshalb in der Literatur nicht so oft beschrieben. Noch vor 70 Jahren konnte man den chirurgischen Lehrbüchern entnehmen, daß an eine operative Therapie eigentlich gar nicht gedacht wurde (KIRMISSION 1899). Erst die moderne Anästhesie und die allgemeine technische Entwicklung schufen die Voraussetzungen für das heutige operative Vorgehen bei sämtlichen Thoraxwanddefekten.

Der Franzose LANNELONGUE führte 1888 zum erstenmal eine operative Versorgung einer Sternumspalte durch; davor "interessieren eigentlich nur den Internen und Physiologen" die angeborenen Sternalspalten. BURTON konnte 1947 die erste Operation einer Sternumspalte durch plastische Korrektur mittels eines Rippenknorpelblocks zur Behebung der gestörten Atemmechanik durchführen; 1949 gelang es MAIER und BORTONE, die beiden Sternalränder direkt mittels Naht zu vereinigen.

Die erste Beschreibung einer Kielbrust geht auf HIPPOCRATES zurück. LESTER führte 1953 die erste

Operation durch, indem er subperiostal den gesamten vorspringenden Sternumanteil resezierte; er kam aber bald von diesem operativen Vorgehen wieder ab, da es zu blutig war und die Deformität trotz dieses radikalen Eingriffs nicht ganz beseitigt werden konnte.

C Klinik und Behandlung angeborener Thoraxwanddefekte

Teil I Trichterbrust

1. Literaturstudium

Definition und Erscheinungsbild

Die Trichterbrust ist eine Einsenkung der vorderen Thoraxwand, an der das Sternum und die am Sternum inserierenden Rippen in wechselnd starkem Ausmaß beteiligt sind. Die Verformung beginnt meist an der Insertionsstelle der 2. oder 3. Rippe und reicht je nach Größe des Defekts bis zur 6. oder 8. Rippe; meistens befindet sich die stärkste Exkavation am unteren Sternumende. Bei ausgeprägter Deformität sieht man den typischen Trichterbrustpatienten mit meist asthenischem Habitus, hängenden Schultern, schlaffem, vorgewölbtem Abdomen und prominentem Rippenbogen vor sich.

Trichterbrusttypen

Prinzipiell kann man nach Trichterform, Trichtergröße und Trichtertiefe unterscheiden.

WADA und IKEDA (1970) teilen in symmetrische und asymmetrische Trichter ein, wobei die symmetrische Trichterbrust häufiger und vor allem bei Kindern unter 11 Jahren vorkommen soll. Nach dem 12. Lebensjahr nehmen die asymmetrischen Formen zu und treten dann oft in Verbindung mit Skoliosen auf.

BRUCK und SALZER (1969) unterscheiden aus praktisch-chirurgischer Sicht 2 Typen:

1. Die tiefste Impression liegt meist an der Corpus-Xiphoid-Grenze, das Brustbein ist sehr schmal und knickt kaudal des Manubriums scharf nach dorsal; gleichzeitig knicken die Rippen in ihrem medialen Knorpelbereich ebenfalls scharf nach innen um. Daraus resultiert eine tiefe, trichterförmige Delle, das Thoraxvolumen ist jedoch wenig vermindert. Beim
2. Typ liegt die Abwinkelung des Sternums weiter kranial, die Rippen knicken weiter lateral um, so daß zwar eine nach außen geringer erscheinende Deformität erscheint, die ausgeprägte Dellenbildung das Thoraxvolumen aber deutlich vermindert.

WILLITAL (1970) unterscheidet 4 Arten der Trichterbrust: Eine symmetrisch gebaute, enge Trichterbrust bei normal gewölbtem Thorax (Ia); eine asymmetrisch gebaute Trichterbrust bei variierender Steilheit und normal gebautem Thorax (Ib); symmetrisch gebaute, flache Trichterbrust mit Platythorax (IIa); asymmetrische Trichterbrust bei hochgradigem Platythorax (IIb). Durch diese Einteilung kann seiner Meinung nach die Indikation, das Ausmaß der Mitbeteiligung der intrathorakalen Organe und die Intensität der prä- und postoperativen krankengymnastischen Behandlung beurteilt werden. Er fand bei 300 Patienten den Typ Ia mit 80 % am häufigsten, während Typ IIa und IIb mit 5,8 % bzw. 4,2 % am wenigsten vertreten waren.

Die heute allgemein anerkannte Einteilung ist diejenige nach Tiefe und Form der Trichterbrust (v. d. OELSINITZ 1973). Er unterteilt in symmetrisch-muldenförmige (I), symmetrisch-tiefe (II), asymmetrisch-tiefe Trichter (III) und Mischformen zwischen Hühner- und Trichterbrust (Typ IV). V. d. OELSINITZ (1973) fand bei 230 Patienten eine Verteilung von 77,8 % auf Typ II, 18,7 % auf Typ III, 3,0 % auf Typ I und nur 1 Fall (0,4 %) auf Typ IV.

ÄTIOLOGIE UND PATHOGENESE

So zahlreich wie die Operationsmethoden, so zahlreich sind auch die Aussagen über die Ätiologie der Trichterbrust. Ausscheiden dürften wohl erworbene, intrauterine und rachitische Ursachen.

BAUHINUS (1596) hat als erster Beschreiber einer Trichterbrust einen verstärkten Muskelzug des Zwerchfells am Brustbein als ursächlich für die Entstehung gesehen. Seitdem haben sich viele Autoren der Retraktionstheorie angeschlossen; so postulierte BROWN 1939 ein sog. Ligamentum Substernale, das er als Ursache für das Entstehen einer Trichterbrust hielt.

Der Auffassung BROWNS (1939) widersprechen jedoch WANKE (1953), JASTER und SEYFARTH (1966/67) und viele andere, die entweder überhaupt nicht oder nur vereinzelt bei Operationen verstärkte Faserzüge im Sinne eines Ligamentum Substernale gesehen haben.

BAUERMEISTER (1972) sieht als Ursache eine abnorm hohe Insertion der Fascie des Muskulus Rectus abdominis. FLEMMING und NEUTE (1966), BRUNNER et al (1964), HARTL (1967) und HEGEMANN (1962) postulieren als Ursache eine starke intrathorakale Saugwirkung auf das Sternum, die durch Störung der Atemmechanik im Sinne einer peristrierenden Bauchatmung über den 6. Lebensmonat hinaus hervorgerufen werden soll.

WOOLER et al (1969) sehen als Ursache einer Trichterbrust einen negativen Druck im Mediastinum, der den gesamten Sternumkörper samt Rippenknorpeln nach innen ziehen soll. Dieser Unterdruck entsteht ihrer Meinung nach dann, wenn der vergrößerte Herzbeutel die Verlagerung des Herzens in den linken Sulkus paravertebralis erlaubt.

Diesen Retraktionstheorien stehen Wachstumstheorien gegenüber, wobei, je nach Ansicht, durch zu langsames oder durch überschießendes Wachstum der beteiligten Skelettanteile die Einsenkung hervorgerufen wird.

EBSTEIN (1888) war u. a. der Ansicht, daß das Sternum durch ein nachhinkendes Wachstum nach dorsal verlagert würde. Für WANKE (1953) lag die Ursache in einem gesteigerten Wachstum des Sternums, während SHANNON (1973) das alleinige überschießende Wachstum der Rippenknorpel anschuldigt. Für eine Hemmungsmißbildung sprechen sich MANEKE (1959), HOFFMEISTER (1927) und HÜNER und SCHAUTZ (1966) aus, wobei diese Hemmungsmißbildung in einer Störung der medianen Raphebildung mit Terminationsperiode zwischen der 6. und

9. Embryonalwoche bestehe; dazu kommen nach MANEKE (1959) noch Störungen der intrathorakalen und intraabdominellen Druckverhältnisse, die die Deformität noch verstärken. Somit wird das Sternum zu einem Locus minoris resistentiae, und MANEKE (1959) spricht hier von einer sternocostalen Dysplasie.

ZENKER und SCHMIDT-HABELMANN (1967) sprechen von dem Produkt einer angeborenen Entwicklungsstörung mit mangelhafter Differenzierung bei der Bildung der Sternalleisten.

Von besonderer Bedeutung sind neuere biochemische und histologische Untersuchungen der Morphologie des Rippenknorpels von Trichterbrustpatienten. Hier sind vor allem die Arbeiten von TISCHER und LEUTERT (1967), GEISBE, BUDDECKE, FLACH, MÜLLER und STEIN (1967), KRESSE, STEIN, und BUDDECKE (1969) sowie GEISBE, MILDENBERGER, FLACH und FENDEL (1971) zu erwähnen.

TISCHER und LEUTERT (1967) konnten bei 10 Patienten im Alter zw. 6 und 17 Jahren hyalinen Rippenknorpel histologisch untersuchen. Dabei konnten sie folgendes feststellen: Neben normalem Knorpelgewebe gab es Bezirke, in denen die Knorpelzellen zahlenmäßig gegenüber dem angrenzenden Knorpelgewebe nicht vermindert waren, dafür aber Degenerationerscheinungen am Kern in Form von Pyknose, Karyorrhexis und Karyolyse erkennen ließen. Andere Gebiete besaßen dagegen eine deutlich geringere Zahl von Knorpelzellen, andere wiederum waren völlig frei davon. Daneben waren noch Asbestfaserungen zu be-

obachten; in den Asbestfaserbezirken fehlten Fibrocyten und Knorpelzellen. Weiter fielen noch kleine Umbildungs-herde aus locker gefügtem Bindegewebe mit kollagenen Fasern und vielen Fibrocyten ins Auge, zwischen denen noch Blutgefäße lagen. Verkalkungen oder Verknöcherungen konnten sie in keinem Fall feststellen.

Die oben beschriebenen Veränderungen konnten bei 5-jährigen Patienten festgestellt werden; die histologischen Untersuchungen bei 17-jährigen zeigten keine prinzipiellen, sondern nur graduelle Unterschiede der veränderten Bezirke.

Anhand von Untersuchungen am Rippenknorpel skelett-gesunder Personen kamen sie zu folgender Aussage: "Auch im Rippenknorpel des normalen Brustkorbes treten im Prinzip die gleichen Veränderungen auf. Sie setzen nur später ein, so daß das histologische Bild des Rippenknorpels einer Normalbrust vom 10-jährigen etwa dem Rippenknorpel einer Trichterbrust vom 5-jährigen annähernd gleicht. Es handelt sich demnach bei der Wandlung des Knorpels der Trichterbrust nicht um krankhafte Vorgänge, sondern um solche, wie sie normalerweise, nur etwa 5 Jahre später, im Rippenknorpel ablaufen. Ähnliche Veränderungen konnten wir im Schildknorpel und in der Epiglottis am Ende des ersten Dezenniums sowie im Trachealknorpel im dritten Lebensjahrzehnt beobachten."

Die Ursache des Strukturwandels sahen sie in der seit der frühen Kindheit vorhandenen mechanischen Belastung der Rippenknorpel.

GEISBE, MILDENBERGER, FLACH und FENDEL(1971) sind bezüglich der Entstehung der histologischen Veränderungen anderer Ansicht: "It is our view that the depression of the anterior chest wall is not secondary to some other disease process, but the structure and weakness of this segment (costal cartilages, sternum) is primarily responsible for the deformity." Sie stützen sich dabei auf histologische und biochemische Untersuchungen der Rippenknorpel von Trichterbrustpatienten, die auf das Vorhandensein eines verstärkten katabolischen Metabolismus in den Strukturen hindeuteten.

Mittels Tierversuchen über die Entstehung einer Trichterbrust kamen sie zu folgendem Ergebnis: "Diese Experimente und die Prüfung eines mechanischen Modells ergaben, daß eine dysplastische vordere Brustwand selbst bei normaler Atemfunktion nach typischer Art einer Trichterbrust zusammenklappen würde. Die deformierende Kraft ist vielleicht der ständig vorhandene negative intrathorakale Druck, der durch Kontraktionen des Diaphragmas verstärkt wird. Ein Retraktionsmechanismus kann die Trichterbrust beim Menschen oder in Tierversuchen nicht erklären. Die experimentell produzierte Trichterbrust entwickelte sich innerhalb einiger Tage und konnte daher nicht durch dysproportionales Wachstum erklärt werden. . . . Alle klinischen Erfahrungen hinsichtlich der Trichterbrust beim Menschen können durch die Annahme einer primären Schwäche der vorderen Thoraxwand bei diesen Patienten erklärt werden. "

GEISBE, BUDDECKE, FLACH, MÜLLER und STEIN (1967) fanden bei vergleichenden histologischen Untersuchungen an Rippenknorpeln Skelettgesunder und Trichterbrustträgern kataplastisch-regressive Veränderungen, beginnend mit körniger Trübung der Knorpelgrundsubstanz über Demaskierung parallel gerichteter Fasern mit Schwund der Kittsubstanz bis zum Auftreten sog. Asbestfasern und Fasermarkräumen als gravierendste Veränderung. Sie interpretierten die Veränderungen folgendermaßen: "Spezifisch-pathologische Veränderungen konnten wir morphologisch am Trichterbrustknorpel nicht finden. Charakteristisch ist vielmehr eine Verschiebung der Manifestation regressiv-kataplastischer Umwandlungen an der Knorpelgrundsubstanz und am Zellbestand um mehr als ein Jahrzehnt in jüngere Jahre, für die Asbestfaserung von 13 auf 2, für die Fasermarkraumbildung von 17 auf 4 Jahre... Das hereditäre Vorkommen der Trichterbrust und ihre Kombination mit anderen Mißbildungen sprechen eher für einen anlagemäßigen Stoffwechseldefekt als dafür, daß eine unphysiologische Belastung des Gewebes sekundär vorzeitig den Alterungsprozeß auslöst." Gestützt wurde diese Aussage zusätzlich durch biochemische Untersuchungen von 3 Enzymen, die für den katabolischen Stoffwechsel der Mucopolysaccharide repräsentativ waren (Hexosaminidase, Glucuronidase, saure Carboxypeptidase). Die altersabhängige Abnahme der Enzymaktivität lag bei Trichterbrustpatienten im Mittel oberhalb der exponentiell abfallenden physiologischen Aktivitätskurve, was auf eine deutlich gesteigerte katabole Stoffwechselleistung im Trichterbrustknorpel schließen ließ.

KRESSE, STEIN und BUDDECKE (1969) kamen in ihren biochemischen Untersuchungen zu der Annahme, daß bei Trichterbrust ein Defekt in der Synthese des Chondroitinsulfats bzw. der Chondroitin-Sulfotransferase vorliege und gleichzeitig oder sekundär die Aktivität kataboler Enzyme des Chondroitinsulfatprotein-Stoffwechsels erhöht sei. Sie sprachen sich damit gegen einen vorzeitigen Alterungsprozeß und für einen Enzymdefekt aus, und nahmen an, daß die Störungen des Mucopolysaccharid- und Kollagenstoffwechsels auch die mechanischen Eigenschaften des Knorpels bzw. dessen regelrechte Entwicklung beeinflussen.

Häufigkeit

Die Angaben über die Häufigkeit der Trichterbrust schwanken zwischen 0,05 % und 2,3 %. Diese große Differenz ergibt sich daraus, welches Ausmaß einer Einziehung von den Untersuchern als Trichterbrust angesehen wird. So spricht WILLITAL (1970) immer dann von einer Trichterbrust, wenn sich bei liegendem Patienten ein Flüssigkeitsspiegel im Bereich der mit Wasser über-gossenen Thoraxeinsenkung ausbildet; er findet eine Häufigkeit von 1 %.

HEGEMANN (1958) fand bei 1102 untersuchten Kindern im Alter zwischen 6 und 14 Jahren in 3,5 % Asymmetrien der Thoraxwand, wobei auf die Trichterbrust 1,7 % entfielen; korrekturbedürftig fand er nur 0,05 %. Ähnliche Zahlen über die Häufigkeit geben OCHSNER und DE BAKEY (1939) an; sie fanden eine Häufigkeit von 0,059 % bei

46705 Personen. Nach SCHAUB und WEGMANN (1954) hatten 2,3 % eine Trichterbrust, wovon etwa in der Hälfte aller Fälle Beschwerden auftraten.

NOWAK (1936) fand bei 30 000 untersuchten Wiener Schulkindern nur 0,4 % Trichterbrustträger. RÖMER (1969) stellt fest, daß ungefähr 2 % aller Kinder unterschiedlich schwer betroffen sind. POKA und BOROS (1966) fanden bei einer Reihenuntersuchung von 21 039 6- bis 18-jährigen Schulkindern vordere Thoraxdeformitäten in 5,7 % aller Fälle, wovon 0,73 % schwere Deformierungen waren, darunter nur 0,031 % schwere Trichterbrustträger. OPPOLZER (1960) hält die Zahlen von OCHSNER und DE BAKEY (1839) am wahrscheinlichsten, da diese den allgemeinen ärztlichen Erfahrungen entsprächen.

Geschlechtsverteilung

Das größte Patientengut konnte WILLITAL (1970) überblicken, der bei 300 Patienten ein Verhältnis von 2,6 Knaben auf 1 Mädchen feststellte. HALLER (1970) fand bei 183 Patienten eine Verteilung von 3 Knaben auf 1 Mädchen; das gleiche Verhältnis fanden SELING et al (1971) bei 86 Patienten. Ein deutliches Überwiegen der männlichen Patienten konnten KJAER et al (1965) und RUEFF (1968) mit einem Verhältnis von 5 : 1 bei 25 bzw. 42 Patienten feststellen.

V. MALLINCKRODT und GREMMEL (1960) fanden 3,3 Buben auf 1 Mädchen bei 27 Patienten, de VIVIE et al

(1973) 2,8 : 1 und HARTL (1967) 3,6 : 1 bei 60 Patienten. Einen geringeren Unterschied in der Geschlechtsverteilung fanden LÖHR et al (1967) mit 1,5 : 1, JASTER und SEYFARTH (1966) mit 1,6 : 1 bei 54 bzw. 21 Patienten. Ähnliche Zahlen geben auch BÄR et al (1958) und NOWAK (1936) an; v. d. OELSNITZ fand ein Verhältnis von 2 Jungen zu 1 Mädchen.

Vererbung

Die meisten Autoren sind sich heute darüber einig, daß die Anlage zur Trichterbrust angeboren und vererbbar ist. So schreiben BERGHAUS und KUIPERS (1968), daß die Vererblichkeit der vorderen Thoraxdeformitäten heute unbestritten sei, obwohl noch keine Klarheit über die genetischen Zusammenhänge bestehe. Bereits 1939 hat NOWAK anhand von Untersuchungen einen dominanten Erbgang nachgewiesen. Er fand in den Stammbäumen von 12 Familien 2mal in 1 Generation, 7mal in 2 Generationen, 2mal in 3 Generationen und einmal in 4 Generationen immer wieder auftretende Fälle von Trichterbrust. Er spricht sich für einen dominanten Erbgang aus, beobachtete allerdings in 5 Fällen unregelmäßige Dominanz; die phänotypische Manifestation kann in ein oder derselben Familie sehr unterschiedlich ausgeprägt sein.

POKA und BOROS (1966) konnten anhand eines großen Untersuchungsgutes 66 Fälle mit Trichterbrust feststellen, wobei in 26 von 66 Fällen, das sind 39,3 %, familiäres Vorkommen festgestellt wurde. Ferner konnten sie aufzeigen, daß bei getrennter Untersuchung von Land- und Stadtbevölkerung in der ersten Gruppe die Zahl der

Thoraxdeformitäten dreimal höher lag als in der Gruppe der Stadtbevölkerung ; sie führten das auf die Inzucht in ländlichen Gemeinden zurück. Ihre Annahme wird unterstützt durch anthropologische Beobachtungen, laut denen anlässlich von Ausgrabungen jahrtausendealter Ansiedlungen in einigen uralten Populationen auffallend viele Thoraxdeformitäten vorkamen.

BROWN (1939) fand bei seinen Patienten ebenfalls Hinweise auf einen Erbfaktor.

MANEKE (1959) sieht die Trichterbrust nicht als selbständiges Krankheitsbild, sondern für ihn ist sie nur Zeichen einer dominant vererbaren Konstitutionsanomalie in Form einer Bindegewebshypoplasie; nur diese Systemminderwertigkeit als solche und nicht deren besondere Manifestationsformen werden von den Eltern auf die Nachkommen übertragen.

Als Ursache dieser Systemminderwertigkeit postuliert NOWAK (1936) eine funktionelle Schwäche der Fibroblasten.

Klinik

Die Trichterbrust darf nicht als Krankheitsbild sui generis gesehen werden. Sie ist in vielen Fällen Ausdruck einer Systemerkrankung. So findet man sie z. B. beim Marfan-Syndrom, (Marfan-Syndrom: graziler Hochwuchs, Arachnodaktylie, Spitzbogengauzen, Ventrikelseptumdefekt, Intelligenzdefekte) oder beim Bonnevie-Ullrich-Syndrom (Bonnevie-Ullrich-Syndrom: Pterygiumbildung, Extremitätenmißbildung wie Syndaktylie oder Minderwuchs, Störungen der Hirnnervenfunktion, Lymphangiektatische Ödemneigung, evtl. Mißbildungen der inneren Organe). Sie kann aber auch in Verbindung mit anderen Mißbildungen auftreten, z. B. Gastroschisis oder Blasenexstrophie (OELSINITZ 1973).

Am häufigsten treten als Begleitmißbildungen Veränderungen an der Wirbelsäule auf. Daneben finden sich oft angeborene Herzfehler (SELING et al 1971, WEHNER 1972, WOOLER et al 1969); Gehörmißbildungen sind von RUEFF (1968) und HALLER et al (1970) beschrieben worden; JASTER und SEYFARTH (1966) fanden sowohl eine doppelseitige Nierenmißbildung als auch eine doppelseitige Luxationshüfte; bei den meisten Patienten findet sich eine Beeinträchtigung von Herz, Kreislauf und Lunge.

Beschwerden bei Trichterbrust im Kindesalter sind nicht obligat. Bei etwa der Hälfte der Kinder wird die Frage nach Beschwerden von den Patienten oder deren Eltern verneint (WANKE (1953), OPPHOLZER (1960); v. d. OELSINITZ (1973) fand bei 38,4 % von 230 Patienten Beschwerden, überwiegend in Form einer Belastungsdyspnoe.

Beschwerden hängen davon ab, welches Ausmaß die Deformität erreicht hat, und in welchem Alter sich das Kind befindet (WEHNER 1972). MORGER (1967) stellte fest, daß vor allem Herz- und Atembeschwerden erst jenseits der Pubertät auftreten, da dann die Anpassungsfähigkeit des kindlichen Organismus eingeschränkt sei; diese Aussage wird ergänzt von SELING et al (1971), die keinen Patienten über 25 Jahren sahen, der beschwerdefrei war. Jeder Patient dieser Altersstufe datierte den Beginn der Symptome erst wenige Jahre zurück. Auch ALNOR und JAQUET (1961) fanden erst im 2. und 3. Dezenium zunehmende Beschwerden wie Herzklopfen, Beklemmungen, Kurzatmigkeit, Schwindelgefühl, Kopfschmerz und rasche Ermüdbarkeit bei körperlicher Betätigung.

Werden Beschwerden angegeben, handelt es sich meistens um Herz- und Kreislaufstörungen, allgemeine Leistungsminderung und Atemfunktionsstörungen (BAUERMEISTER 1972, BRUNNER 1964). Außerdem besteht oft eine Neigung zu fieberhaften Erkältungskrankheiten (FLEMMING und NEUTE 1966), BAUERMEISTER (1972), de VIVIE et al (1973). Nach BROWN (1939) haben Erwachsene lange kardiorespiratorische Störungen, ehe sie sich dessen bewußt werden.

Herz- und Kreislaufbeschwerden werden häufig durch die Herzverdrängung nach links und die sich daraus ergebenden Störungen verursacht (SELING (1970), HEGEMANN et al (1968); eventuell tritt eine Drehung des Herzstiels hinzu (BRUNNER 1954). Hierdurch kommt es zu einer Drucker-

höhung in den oberen Hohlvenen, welche sogar Einflußstauungen zur Folge haben kann (BRANDT 1953).

Bei Herzkatheteruntersuchungen fanden HEGEMANN und LEUTSCHAFT (1965) Erhöhungen des enddiastolischen Druckes; durch diese direkte Druckeinwirkung kann es nach einiger Zeit zu Anpassungserscheinungen kommen (BÄR 1958).

Andere Autoren konnten dagegen keine veränderten Arbeitsbedingungen des Herzens feststellen (SELING 1970).

EKG-Veränderungen bei Trichterbrust sind dann zu erwarten, wenn durch Lageveränderung oder Kompression hämodynamische Rückwirkungen auf das Herz entstehen. WICK (1965) fand bei 70 Patienten in 27 Fällen Veränderungen im EKG; meist zeigen sich inkomplette Rechtsschenkelblockbilder oder Zeichen einer Rückbildungsstörung. Als Ursache sieht WICK (1965) Störungen der Atemmechanik und erklärt so mangelnde Ausdauer und Belastungsdyspnoe. V. d. OELSCHNITZ (1973) fand bei 7,4 % der Patienten Herzrhythmusstörungen, davon ein p-dextrocardiale als Ausdruck einer vermehrten Belastung des rechten Vorhofs in 26,3 % der Fälle, einen Rechtstyp in 17,4 % und eine Rechtsverspätung in 70,8 %.

Bei der Auskultation können häufig systolische Geräusche und eine Spaltung der Herztöne auskultiert werden (HOLZHEY 1968, JASTER und SEYFARTH 1966, HEGEMANN 1962). Das systolische Geräusch entsteht nach MICHEL (1964)

durch Kompression der Pulmonalarterie; REUSCH (1961) sieht in der veränderten thoraxnahen Herzlage den Grund für das Hörbarwerden.

Über das Vorliegen von Ventilationsstörungen findet man in der Literatur widersprüchliche Angaben. Ein Teil der Autoren (HOLZHEY 1968, BÄR et al 1958, SCHAUB und WEGMANN (1954) konnte bei ihren Untersuchungen weder eine Einschränkung der Ventilation noch eine Gasaustauschstörung sehen; dagegen finden WANKE (1953), v. d. OELSCHNITZ (1973), RUEFF (1968), LORENZ und ZIMMERMANN (1967) fast regelmäßig bei spirometrischen Untersuchungen Vitalkapazität und Atemgrenzwert unter der Norm. So schreibt HEGEMANN (1962), daß bei 50 untersuchten Patienten in 70 % eine Volumeneinschränkung zwischen 5 und 30 % vorlag. SVANBERG (1956) konnte nachweisen, daß auf der rechten Seite die Sauerstoffaufnahme bei ungestörter Ventilation von normal 53 % bis auf 19 % vermindert sein kann; er führte dies auf einen verminderten venösen Rückstrom zurück, hervorgerufen durch Kompression oder Überdehnung der Lungenvenen der rechten Seite. LORENZ und ZIMMERMANN (1967) zeigten anhand von Untersuchungen bei 22 Patienten eine Einschränkung der Vital- und Totalkapazität; letztere fanden auch GEROULANOS et al (1974) bei 20 Patienten mit 78 % des Sollwertes vermindert. V. d. OELSCHNITZ (1973) konnte bei 62 spiographisch untersuchten Patienten in 43,5 % der Fälle Ventilationsstörungen feststellen, die jedoch nach den prä- und postoperativen Durchschnittswerten ohne nachweisbare Gesetzmäßigkeit von ihren Sollwerten abwichen.

Bei vielen Trichterbrustpatienten fallen zusätzlich Wirbelsäulenveränderungen ins Auge. So werden Veränderungen gefunden, die von Rundrücken und Kyphoskoliose über Flachrücken bis zur Brustlordose und reinen Skoliosen reichen (BAUERMEISTER (1972), ÜBERMUTH (1957), SCHLEGEL (1967), BUSACK (1960). Skoliosen entstehen meist nur bei asymmetrischen Trichtern (WADA 1970). Neben diesen Veränderungen stellten SELING und MAURER (1967) bei der Untersuchung von 42 Patienten bei allen eine Beeinträchtigung der Halswirbelsäule fest. Während bei 30 Patienten nur eine Fehlhaltung festgestellt wurde, fanden sich in 13 Fällen Anomalien und Varianten der Wirbelkörper, z. B. Blockwirbel und hypoplastische Wirbel, sowie Anomalien der Quer- und Dornfortsätze. Auch bei Brustwirbeln fanden RUEFF (1968) und HEGEMANN und LEUTSCHAF (1965) Wirbelkörperverformungen in Form von ventralen Kantenabschrägungen und flaschenförmigen Zwischenwirbelräumen.

Neben diesen mehr oder weniger stark ausgeprägten Beschwerden darf jedoch der kosmetische und psychische Aspekt einer Trichterbrust nicht vergessen werden. Man ist immer wieder überrascht, daß scheinbar robuste Männer unter Minderwertigkeitsgefühlen leiden können (BRUNNER 1954). Oft werden Beschwerden angegeben, um den Arzt von der Notwendigkeit einer operativen Korrektur zu überzeugen, da für den Patienten das psychische Trauma stärker ist als die Beeinträchtigung, er sich aber scheut, dies offen auszusprechen (SELING et al 1971).

Behandlungsmethoden der Trichterbrust

Konservative Behandlungsversuche

Die überwiegende Zahl der Autoren stimmt darin überein, daß konservative Behandlungen wie das Lagern der Kinder in Gipsliegenschalen, orthopädisches Turnen und Atemübungen keinen Erfolg haben (FLEMMING und NEUTE (1966), HARTL 1967, OBERNIEDERMAYER 1967). Rein konservative Therapie kann nur in Ausnahmefällen ein Ergebnis bringen; so berichtete MANEKE (1959), daß in einem Fall durch konsequente Bauchbrettlagerung vom 3. Lebensmonat an die schwere Deformität im Laufe von 2 Monaten völlig verschwunden sei.

HELMER (1967) konnte bei leichten Formen der Trichterbrust durch Haltungsverbesserungen auch eine Besserung der Trichterbildung beobachten. Auch WILLITAL (1970) sah bei Kleinkindern unter 2 Jahren bei konsequenten Bemühungen Teilerfolge, über 2 Jahre ist für ihn eine alleinige konservative Behandlung indiskutabel. Man darf sich durch diese Teilerfolge nicht dazu verleiten lassen, dadurch eine Besserung des Trichters erreicht zu haben. Die scheinbare Verbesserung ergibt sich nur durch eine bessere Haltung und durch die Kräftigung der Bauchmuskulatur.

Die Bedeutung der Nachbehandlung mittels Atemgymnastik wird dagegen von vielen Autoren betont (HARTL 1967), ADKINS und BLADES (1961). So konnten ALNOR und JAQUET (1961) feststellen, daß kein Rezidiv bei den Kindern aufgetreten war, die die postoperative Atemgymnastik regelmäßig

durchgeführt hatten. Diesen Zusammenhang zwischen Auftreten eines Rezidivs und Nachbehandlung konnten auch EGGERS (1958) und KUNZ et al (1966) feststellen; SELING et al (1971) fanden überwiegend in den Fällen schlechte Ergebnisse, wo die Atemgymnastik abgebrochen wurde.

Operative Behandlungsmethoden

Damit bleibt als einzige kurative Maßnahme zur Korrektur einer Trichterbrust die Operation. Dabei stellen sich folgende Fragen: Welches Operationsverfahren soll zur Anwendung kommen, welche Indikationen müssen gegeben sein und in welchem Alter soll operiert werden?

Operationsindikation

Hierbei spielen 2 Überlegungen eine Rolle: Soll mit der Operation so lange gewartet werden, bis Beschwerden auftreten oder soll vorbeugend operiert werden? Eine Reihe von Autoren sind der Meinung (LIESE und BÜHLMANN (1974), BAUERMEISTER (1972), daß erst dann operiert werden sollte, wenn bereits Beschwerden bestünden oder pathologische Befunde vor allem an Herz und Lunge vorlägen. Eine andere Gruppe tritt für eine Operation bereits vor dem Auftreten von Beeinträchtigungen ein (ERBERTSEDER (1967), SULAMAA und WALLGREEN (1970), da mit ziemlicher Sicherheit im

späteren Lebensalter Beschwerden zu erwarten seien; SELING et al (1971) fanden in ihrem Krankengut keinen Patienten über 25 Jahren, der beschwerdefrei war. Als Ursache sehen sie die allmählich schwindende Anpassungsfähigkeit des wachsenden Organismus.

Ein weiterer Parameter, der bei der Indikationsstellung zu berücksichtigen ist, ist der psychologisch-kosmetische Aspekt. Für viele bedeutet die äußere Entstellung mehr als die eventuell damit verbundene Beeinträchtigung. Dieser Tatsache wird auch von den meisten Operateuren Rechnung getragen. Für GEROULANOS et al (1974), WILLITAL (1970), RAVITCH (1971), HALLER und PETERS (1970), HECKER und DENNHARDT (1971) ist die psychische oder kosmetische Belastung in vielen Fällen eine Hauptindikation; dagegen sehen LÖHR et al (1967) in kosmetischen Fällen keine Indikation.

Operationsalter

Von großer Bedeutung ist das Operationsalter der Trichterbrustpatienten. Prinzipiell kann man 2 Gruppen bilden, zum ersten die Operation im Kindesalter, und zum zweiten die Operation nach Beendigung des Wachstums oder ab Beginn des 2. Wachstumsschubes (etwa 14. Lebensjahr). Der Grund, die Korrektur im Kindesalter vorzunehmen, liegt darin, daß hier die Operation einfacher durchführbar ist, da Knochen und Knorpel noch leicht verformbar und nachgiebig sind. Das Ergebnis ist jedoch mit davon abhängig,

wie der wachsende Organismus diese Korrektur toleriert bzw. inwieweit das Korrekturergebnis selbst durch das Wachstum beeinflusst wird. Die Mehrzahl der Autoren treten für eine Operation zwischen 4 und 14 Jahren ein (SANGER (1963), ZENKER und SCHMIDT-HABELMANN (1967). Für eine Operation unter 4 Jahren sprechen sich KUNZ (1966), RAVITCH (1971) und andere aus; HECKER (1971) empfiehlt, die Operation im Vorschulalter (2. bis 6. Lebensjahr) durchzuführen; v. d. OELSNITZ (1973) schlägt vor, erst ab der 12-Jahresgrenze zu operieren, da sich die Kinder dann schon jenseits des präpubertalen Wachstumsschubes befinden.

Für eine Operation ab Beginn des 2. Wachstumsschubes (etwa das 14. Lebensjahr) bzw. erst im Erwachsenenalter sprechen sich SCLEGEL (1967), REGENSBURGER (1970) und SELING et al (1970) aus; sie begründen ihre Entscheidung damit, daß sich bei Adulten der Brustkorb nicht mehr durch Wachstum vergrößere und damit der Wachstumseinfluß auf die Stabilisierung der vorderen Brustwand weg falle.

Operationsmethoden und deren Ergebnisse

Die Vielzahl der einzelnen Operationsmethoden in allen Einzelheiten darzustellen, würde sicher mehrere Bände füllen. Deshalb sollen hier nur solche Techniken kurz beschrieben werden, von denen gleichzeitig auch Nachuntersuchungsergebnisse vorhanden sind; eine Vollständigkeit liegt auch hier nicht vor, da dies den Rahmen einer Übersicht bei weitem übersteigen würde.

Generell lassen sich 4 Verfahren zur Korrektur einer Trichterbrust unterscheiden:

1. Rein kosmetische Operationen
2. Phrenoplastische und radikale Operationen
3. Operationen mit äußerer Fixation
4. Operationen mit innerer Fixation

1. Rein kosmetische Operationen

Hier wird die eigentliche Deformität nicht beseitigt, sondern durch geeignetes Material, das unter die Haut eingebracht wird, der Trichter ausgeglichen. Diese Methode ist selbstverständlich nur dann anwendbar, solange keine Beschwerden vorliegen und es sich nur um geringe Eindellungen handelt.

ECKSTEIN (1938) verwendete als erster Fremdmaterial. In letzter Zeit verwendeten STANFORD et al (1972) Silastic-Implantate, die einem zuvor angefertigten Modell der Trichterbrust genau angepaßt und subcutan im Bereich der Deformität eingenäht wurden. Sie behandelten bisher 4 Patienten zwischen 13 und 42 Jahren; es kam zu keinen Unverträglichkeitserscheinungen, die Brustwand entwickelte sich normal. Die stationäre Aufenthaltsdauer betrug 6 Tage. Alle Patienten zeigten 1 Jahr nach der Operation kosmetisch sehr gute Ergebnisse.

Der Japaner WADA (1970) entwickelte zur Korrektur von asymmetrischen Trichtern ebenfalls ein kosmetisches Verfahren. Er beläßt das deformierte Sternum in seiner

Lage und mobilisiert nur die deformierten Knorpel und Rippen; diese werden durch zahlreiche Teilincisionen oder Keilresektionen begradigt und so an der vorderen Sternumfläche befestigt, daß sie einen symmetrisch gehobenen Rippenbogen bilden (Abb. 1).

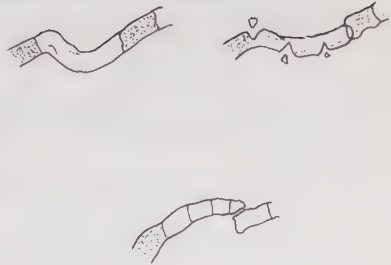


Abb. 1
Rippenplastik
nach WADA

Er operierte nach dieser Methode 48 Patienten, wobei alle Altersgruppen vertreten waren; die Mehrzahl der Patienten war über 8 Jahre alt.

Zur Nachuntersuchung kamen Patienten, deren Operation zwischen 1 und 11 Jahren zurücklag.

Ergebnisse: gut 56 % befr. : 36 % schlecht: 8 %

Definition: gut: normale Thoraxwand, keine subjektiven Beschwerden

befr. : leichte Unebenheiten, keine subjektiven Beschwerden

schlecht: bestehende Deformität mit Symptomen

Der Retrosternalraum betrug p. op. 6 bis 7 cm; von Patienten mit befriedigendem Ergebnis hatten 6 ein Keloid.

Alle Patienten, deren Ergebnis gut oder befriedigend war, gaben eine Aktivitätssteigerung und eine Verbesserung des Erscheinungsbildes an.

2. Phrenoplastische und radikale Operationen

Diese Verfahren werden heute von den meisten Operateuren nicht mehr durchgeführt. Sie bestanden entweder aus einer Mobilisation (BROWN (1939), Teilresektion bzw. Resektion des Sternums mit anschließender Reimplantation (WANKE (1953), WADA 1970).

WADA (1970) nimmt das Sternum en bloc heraus, dreht es um 180 Grad und implantiert es mit der konvexen Seite nach oben; anschließend wird die konvexe Seite abgeflacht, die Rippen bzw. Knorpel mit Seide aneinandergenäht und der Sternalblock mit Drahtnähten am Sternumrest befestigt (Abb. 2).

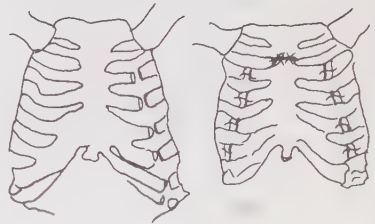


Abb. 2
Sternumumwendtechnik
nach WADA

Er operierte auf diese Weise 199 Patienten mit symmetrischer Trichterbrust; die Patienten waren fast alle zwischen 4 und 11 Jahre alt.

Komplikationen: 3mal Infektionen und Teilnekrosen
des Sternums

132 Patienten konnten nachuntersucht werden, die Operation lag zwischen 1 und 11 Jahren zurück.

Ergebnisse: gut 63 % befr. 34 % schlecht 3 %

Definition: gut: normale Thoraxwand, keine subjektiven Beschwerden

befr.: leichte Unebenheiten, keine subjektiven Beschwerden

schlecht: bestehende Deformität mit Symptomen

Der Wirbelsäulen-Sternum-Abstand war bei fast allen Patienten nach der Operation im Normbereich.

3. Operationen mit äußerer Fixation

Das Grundprinzip ist bei fast allen Operateuren gleich: Mehr oder weniger ausgeprägte Rippen- und/oder Knorpelresektionen, Sternotomien und Mobilisation des Trichters. Zur Stabilisierung und Fixierung werden von den Autoren unterschiedliche Hilfsmittel verwendet, die gemeinsam haben, daß diese Hilfsmittel wie Drähte, Seidenbänder oder Schrauben außerhalb des Körpers befestigt werden. Diese Fixation bleibt etwa 6 bis 12 Wochen.

Der Nachteil dieser transkutanen Fixation ist die Infektionsgefährdung durch die Hilfsmittel (RÖMER 1969). Entlang der Extensionsvorrichtung können Keime in das

Operationsgebiet gelangen und gefährliche Komplikationen hervorrufen. Da es sich bei den Patienten meist um kleinere Kinder handelt, fällt diesen die konsequente Einhaltung der Bettruhe sehr schwer; wird diese jedoch nicht befolgt, dann besteht die Gefahr, daß die Zugvorrichtung das Sternum und das Gewebe langsam durchschneidet. Besonders Drähte können diese Komplikationen oft verursachen. Wenn jedoch wegen beginnender Infektion oder drohender Durchschneidung die Fixationsvorrichtung entfernt werden muß, so fällt damit die Unterstützung zur Stabilisierung fort, eine Rezidivierung kann sich leichter ausbreiten.

Aus diesen Gründen ist man von der äußeren Fixation nahezu vollständig abgekommen, zahlreiche schlechte Ergebnisse haben dazu beigetragen.

Methode von HEGEMANN (1962) (Knorpelschnitzelmethode)

Sie besteht zum einen darin, daß die mit ventraler Basis entnommenen keilförmigen Knorpelstücke als Knorpelschnitzel in die Periostschläuche wieder reimplantiert werden. Der Processus xiphoideus wird entfernt, das Sternum wird in Höhe des 3. ICR quer osteotomiert. Zur Fixation wird ein Ausziehdraht unter dem Sternum hindurchgezogen und an einem auf der Brustwand angebrachten Drahtkörbchen befestigt (Abb. 3).

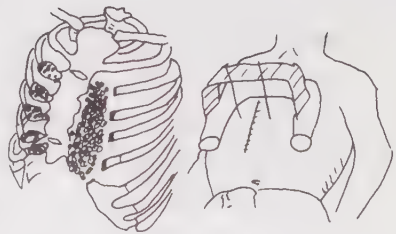


Abb. 3
Knorpelschnitzelmethode
nach HEGEMANN

Eine Nachuntersuchung haben HEGEMANN et al (1962) bei 61 Patienten vorgenommen; die Operationen lagen 6 Monate bis 6 Jahre zurück.

Ergebnisse: Bei 28 % blieb die Brustwand in voller Korrekturstellung; 46% zeigten leichte Einsenkungen, der Rippenbogen war noch prominent, das kosmetische Resultat war im ganzen noch gut; 21 % hatten erhebliche Einsenkungen, während in 5 % ein echtes Rezidiv vorlag.

Eine weitere Nachuntersuchung von Patienten, welche nach derselben Methode operiert wurden, liegt ebenfalls von HEGEMANN et al (1968) vor.

Es wurden 37 Operationen durchgeführt. Das Alter der Patienten lag zwischen 1 und 20 Jahren; es wurden alle 31 Patienten nachuntersucht. Die Zeitspanne zwischen Operation und Nachuntersuchung betrug in 28 Fällen 3 bis 5 Jahre, nur in 3 Fällen lag die Operation 5 bis 7 Jahre zurück.

<u>Ergebnisse:</u>	Kein Trichter:	36 %,
	Kleiner Trichter:	32 %
	Rezidiv:	32 %

Knorpel-Rippenresektion und Fixation durch Auszieh- draht mittels Drahtkörbchen

Bei dieser Operationsmethode wird im Prinzip folgendermaßen vorgegangen:

Parasternal und am äußeren Trichterrand werden subperiostale Resektionen eines Rippen- bzw. Knorpelteils vorgenommen. Dann erfolgt eine Querosteotomie des Sternums am oberen Trichterrand. Der Processus xiphoideus wird reseziert. Das mobilisierte Sternum wird durch eine hinter dem Sternum durchgezogene Drahtschlinge, die an einem auf dem Brustkorb liegenden Gestell fixiert wird, in der gewünschten Position gehalten (Abb. 4).

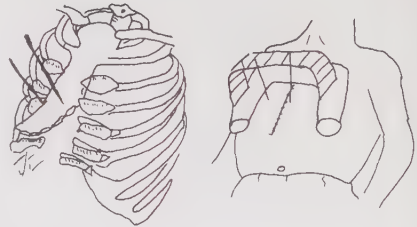


Abb. 4
Knorpel-Rippenresektion
und Fixation durch Draht-
körbchen

Mit dieser Methode sind zahlreiche Operationen durchgeführt worden und es liegen Nachuntersuchungsergebnisse verschiedener Autoren vor.

HEGEMANN et al (1968) untersuchten 97 Patienten, deren Operation 1 bis 11 Jahre zurücklag; es handelt sich also um echte Spätergebnisse.

Trichtertyp: 38 % hochgradig 11 % hochgradig mit Flachbrust, 7 % mittelgradig mit Flachbrust, 43 % mittelgradig

Ergebnisse: Kosmetisch: gut 38,6 % befr. 41,6 %
schlecht 19,8 %

Kein Trichter: 38 % kleiner Trichter 28 %

Rezidive 34 %

60 % aller Patienten waren nach der Operation beschwerdefrei, 55 % hatten kosmetisch befriedigende Narben.

WILLITAL (1970) konnte das von HEGEMANN (1968) operierte und bereits nachuntersuchte Krankengut einer erneuten Kontrolle unterziehen und folgendes feststellen: Die Operationen lagen 4 bis 14 Jahre zurück, nachuntersucht wurden 140 Patienten:

Ergebnisse: sehr gut 36 % zufriedenstellen 40,5 %

korrekturbedürftig 23,5 %

Totalrezidive: 8 Teilrezidive: 79

LEHNER (1960) konnte 12 nach dieser Methode operierte Patienten nachuntersuchen:

Ergebnis: 4 mal sehr gut, 6 mal gut bis befriedigend

3 mal schlecht

Operationsmethode nach LESTER (1946)

Sie besteht im wesentlichen aus subperichondraler Resektion der deformierten Rippenknorpel, Querosteotomie des Sternums mit anschließender Mobilisation. Fixiert wurde das Sternum durch perkutane dicke Seidenbänder, die an einem Kramersplint für 4 bis 6 Wochen befestigt wurden (Abb. 5).

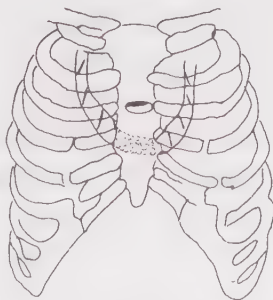


Abb. 5
Methode nach LESTER

Nachuntersuchungen liegen von BACKER et al (1961) vor. Sie operierten 88 Patienten im Alter zwischen 2 und 34 Jahren; 66 % davon waren unter 12 Jahre alt; 74 Patienten konnten nachuntersucht werden. Die Operation lag zwischen 8 Monate und 10 Jahre zurück, im Durchschnitt 4 Jahre.

Komplikationen: In 27 Fällen Pleuraeröffnung

Ergebnisse: gut 38 %, Verbesserung gegenüber vor der Operation in 35 %, schlecht in 27 %.

Die besten Ergebnisse erreichten sie bei ausgeprägter Trichterbrust; operiert wurden auch Fälle aus rein kosmetischer Indikation. Bei Kindern unter 8 Jahren bestand in 20 % ein schlechtes Ergebnis, bei Patienten über 8 Jahren in 40 %. Bei 54 Patienten vergrößerte sich der sterno-vertbrale Durchmesser zwischen 0,1 und 3,9 cm; der Vertebralindex verminderte sich um 1 bis 16 %.

Operation nach BRANDT (1953)

Die freigelegten Rippenknorpel werden direkt am Sternum durchtrennt; dann wird das Brustbein in Höhe des oberen Trichterrandes, evtl. auch kaudal, quer osteotomiert, der Processus xiphoideus wird exstirpiert.

Ist der Trichter ausgeglichen, wird das Sternum durch 2 sich überkreuzende Kirschnerdrähte fixiert, die

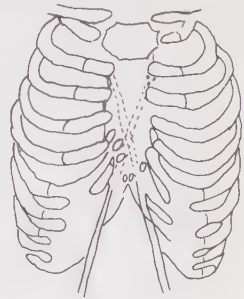


Abb. 6
Operation nach BRANDT

unter dem Sternum hindurchgeschoben und aus der Haut herausgeleitet werden. Die Rippenknorpel werden am Brustbein durch einige Nähte fixiert. (Abb. 6).

HARTL (1967) führte so 39 Operationen durch; das Operationsalter lag zwischen 2 und 18 Jahren. Nachuntersucht wurden 30 Patienten, deren Operation 2 bis 10 Jahre zurücklag.

Ergebnisse: Kosmetik: gut 10 ausreichend. 14 schl. 6 Pat.

Funktion: gut 21 ausreichend. 5 schl. 4 Pat.

4. Operationen mit innerer Fixation

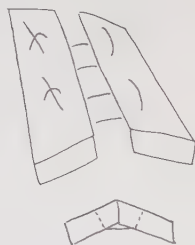
Der operative Zugang zum Trichtergebiet war anfangs einheitlich ein Längsschnitt, meist in Höhe der 1. Rippe beginnend, über die Exkavation bis in die Mitte des Oberbauches. In neuerer Zeit wählen viele Autoren bei Mädchen einen wellenförmigen submammären Hautschnitt in Höhe der 5. bis 7. Rippe, lateral bis zur Mamillarlinie reichend. BARANOWSKY (1957) glaubt, daß quere Narben weniger zur Keloidbildung neigen.

Die Mobilisation des Sternums und die Aufrichtung erfolgen im Prinzip ähnlich der bereits vorher beschriebenen Methoden durch Knorpel-Rippenresektionen bei gleichzeitiger Osteotomie des Sternums; sie unterscheiden sich nur in der Fixationsart des mobilisierten und aufgerichteten Sternums. Unterschieden werden intrasternale Fixation

(JANE (1970), RAVITCH (1965), substernale Fixation
(SCHMITT (1962), BAUERMEISTER (1972), transster-
nale Fixation (HEGEMANN (1968), SULAMAA (1970)
PALTIA (1958), prästernale Fixation (REHBEIN (1966),
RÖMER (1969), v. d. OELS NITZ (1973).

Intrasternale Fixation

Das Sternum wird entweder quer
oder längs gespalten und die Häl-
ften zugbrückenartig oder dachgie-
belartig wieder aneinander fixiert; zur
Stabilität werden Draht oder Sei-
dennähte verwendet, manchmal
auch Tibiaspäne.



Methode nach BRUNNER (1954)

Die an der Trichterbildung be-
teiligten Rippenknorpel werden
durchtrennt und durch Keilex-
cisionen begradigt. Dann wird
das Sternum quer durchtrennt,
der kaudale Sternumanteil längs
gespalten und nach Abschrägung
dachfirstartig aneinandergelagt;
Der Processus xiphoideus wird
exsairpiert. Nach der Elevation

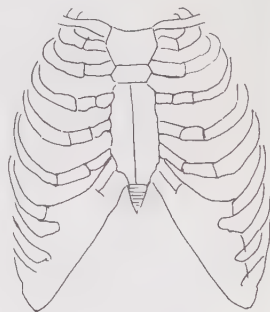


Abb. 7
Intrasternale Fixation
nach BRUNNER

wird das Sternum durch 2 U-Drahtnähte fixiert (Abb. 7)
ALNOR und JAQUET (1961) operierten 9 Patienten nach
diesem Verfahren. Das Operationsalter lag zwischen

5 und 15 Jahren; der Nachuntersuchungszeitraum betrug im Durchschnitt 2 1/4 Jahre.

Ergebnis: ein Drittel kosmetisch ein Mißerfolg

Der Sternum-Wirbelsäulenabschnitt hatte sich zwischen Operation und Nachuntersuchung in 4 Fällen vergrößert, 1 mal blieb er gleich, 4 mal hatte er sich vermindert. Der schwache Punkt lag ihrer Meinung nach bei den Osteotomiestellen, es trat wiederholt ein Reißen der Drahtnähte auf.

Die Rezidive traten bereits 1/4 Jahr nach der Operation auf; kein Rezidiv konnten sie bei konsequent durchgeführter Atemgymnastik sehen.

In der Gruppe der 2 - 6-jährigen war eine Zunahme des Wirbelsäulen-Sternum-Abstands in allen Fällen zu verzeichnen; bei den älteren Kindern war dies nicht der Fall. Sie empfehlen die Operation vor dem schulpflichtigen Alter durchzuführen, vor allem bei schmalbrüstigen Kindern.

EGGERS (1958) konnte 9 nach BRUNNER operierte Patienten nachuntersuchen. Bei 10 Patienten lag das Op-Alter zwischen 2 und 6 Jahren, 12 Patienten waren zwischen 10 und 16 Jahre alt. Die Operation lag zwischen 1 und 6 Jahren zurück.

Ergebnisse: gut 1 mal, befr. 8 mal, davon 5 Rezidive

Sternumshebungsindex: Op-Alter 2 - 6 Jahre: 0,50
Op-Alter 10-20 Jahre: 0,47

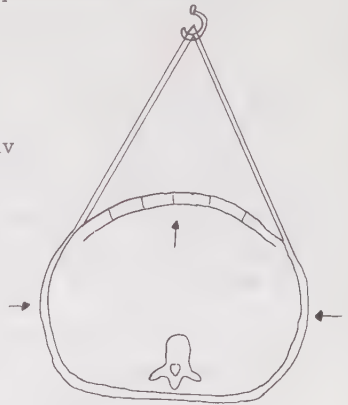
Er empfiehlt, möglichst vor dem 6. Lebensjahr zu operieren.

BRUNNER (1954) führte ebenfalls an 14 Patienten eine Kontrolluntersuchung durch; das Operationsalter lag zwischen 5 und 27 Jahren, 7 Patienten waren über 20 Jahre alt.

Ergebnis: bei 12 älteren Patienten was das Ergebnis sehr befriedigend; bei einem 5-jährigen Kind kam es zu einem Rezidiv, bei einer 9-jährigen Patientin wurde eine deutliche Besserung erreicht.

SELING et al (1970) führten 86 Operationen durch und kontrollierten 81 Patienten; die Operationen lagen zum Teil mehr als 10 Jahre zurück. Sie lagerten die Patienten postoperativ in einer Thoraxhängematte über 3 Wochen (Abb. 8).

Abb. 8
Thoraxhängematte



Ergebnisse: Ideal oder gut 73 %
unbefried., Rezidiv od. Überkorrektur 27 %

Definition: Ideal und gut: Trichter vollständig beseitigt, Brustwand im Thoraxniveau knöchern fest, minimale Einsenkung nach der Operation, minimale Überkorrekturen.

Op-Alter 3-13 J. 37 % ideal oder gut, unbefried. 63 %,
davon 4 Rezidive

Op-Alter 14-21 J. 83 % ideal oder gut, unbefried. 17 %,
davon 5 Rezidive

Erwachsene 85 % ideal oder gut, unbefried. 15 %,
davon 0 Rezidive

Schlechte oder unbefriedigende Ergebnisse traten vor
allem dann auf, wenn die Nachbehandlung frühzeitig ab-
gebrochen wurde.

Komplikationen: 1 Todesfall, 15 mal Pleuraerguß, 3 mal
totaler Lungenkollaps, 6 mal Wunddehiszenz, 2 mal Haut-
nekrose und Sternumdrahtfistel, 1 mal Rippenknorpel-
nekrose, 2 mal Beckenvenenthrombose, 2 mal massive
Beinvenenthrombose.

Von 13 Patienten hatten 10 nach der Operation keine Be-
einträchtigung mehr; der Sternum-Wirbelsäulen-Abstand
hatte sich in allen Fällen vergrößert. Sie empfehlen, die
Operation zwischen dem 14. und 17. Lebensjahr durchzu-
führen, bei gleichzeitig bestehender Flachbrust raten sie
zur zurückhaltenden Indikation.

v. MALLINCKRODT und GREMMEL (1960) operierten
27 Patienten und lagerten sie p. op. ebenfalls für 2 bis 3
Wochen in einer Thoraxhängematte.

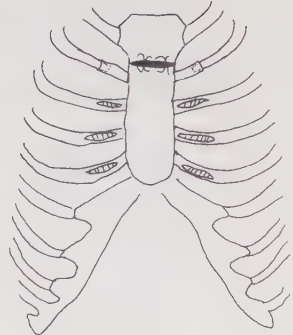
Komplikationen: 2 Todesfälle, 19 mal Pleuraverletzung,
3 mal Lungenkollaps.

Sie untersuchten 7 Patienten nach, deren Operation
2 bis 3 Jahre zurücklag.

Ergebnis: in allen Fällen kosmetisch gut.

Operationsverfahren nach RAVITCH (1965)

Subperichondrale Excision der gebogenen Rippenknorpel. Das oberste, normale Knorpelpaar wird von vorn medial nach hintenlateral schräg durchschnitten. Nach querer posteriorer Osteotomie des Sternums einen ICR oberhalb der Abknickung kann das Sternum aufgerichtet werden und ruht in leicht überkorrigierter Position mit den sternalen Rippenstümpfen auf den Enden der Rippen. Durch eine Periostnaht an der Osteotomiestelle wird das Sternum noch stabilisiert. (Abb. 9.)



2. od. 3. Rippe seitl.
gesehen

Abb. 9

Verfahren nach RAVITCH

HALLER et al (1970) führten nach diesen Methoden 181
Operationen durch mit folgender Altersverteilung.

Op-Alter	Pat. Zahl	%
unter 2 Jahre	38	21
3-5 Jahre	89	48
6-14 Jahre	38	23
15-20 Jahre	18	11

Komplikationen: 72 mal Serombildung unter dem Sternum,
2 mal Nahtdehiszenz, 1 mal Narbenrand-
nekrose, 1 mal eitrige Mediastinitis

Nachuntersucht wurden 108 Patienten, deren Operation
im Durchschnitt 8 Jahre (1 bis 19 Jahre) zurücklag.

Ergebnisse:

Op-Alter	Pat. Zahl	excell.	annehmbar	schlecht
unter 2 Jahre	19	14	3	1
3-5 Jahre	54	35	11	4
6-14 Jahre	24	10	6	3
15-20 Jahre	11	6	4	1

Definition: excellent: normale oder fast normale Thorax-
wand, Erwartung d. Patienten er-
füllt, Narbe für Pat. befr.

annehmbar: leichtes Einsinken d. Thorax-
wand, Narbe nicht einwandfrei,
En dergebnis nicht zufriedenst.

schlecht: Rezidiv

Excellent: 65 Patienten = 60 %

Annehmbar: 24 Patienten = 22 %

Schlecht: 9 Patienten = 8 %

Insgesamt 17 %
schlechte Ergebnisse

Methode nach SENNING und JOHANSON (1974)

Im 2. und 3. ICR wird das Brust-
bein v-förmig durchtrennt und der

kaudale Anteil längs gespalten,
Alle abnorm gekrümmten Rippen werden
von dorsal her gebrochen, ohne
den ventralen Anteil des Periosts
oder Perichondriums zu ver-
letzen. Die Sternumadaption
erfolgt mit 2 bis 5 U-Nähten
aus Monofil oder Draht, so daß
sich die Sternumflächen giebel-
artig aneinanderlegen; eine zu-
sätzliche Stabilisation durch
Kirschnerdrähte oder Stahlplatten
ist meist nicht erforderlich
(Abb. 10).

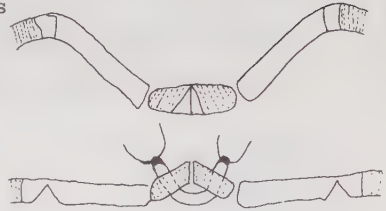


Abb. 10
Operationsmethode nach
SENNING und JOHANSON

GEROULANOS et al (1974) operierten 20 Patienten zwischen
13 und 33 Jahren; die stationäre Aufenthaltsdauer betrug
im Durchschnitt 14 Tage. 14 Patienten konnten nachunter-
sucht werden, deren Operation im Mittel 8 Jahre zurück-
lag.

Ergebnisse: Kosmetische Resultate zufriedenstellend,
kein Rezidiv.

Der Sternum-Wirbelsäulenabstand konnte um durch-
schnittlich 3,5 cm vergrößert werden; die körperliche
Leistungsfähigkeit stieg im Mittel um 40 %. 2 partiell
aufgetretene Rezidive konnten durch kleine Zusatzein-
griffe mittels Plattenstabilisierung leicht behoben werden.

Sie empfehlen, die Operation vorwiegend nach dem Abschluß des Knochenwachstums durchzuführen; bei jüngeren Patienten scheint eine zusätzliche Stabilisierung durch Kirschnerdrähte oder Metallspangen notwendig zu sein.

LIESE und BÜHLMANN (1974) konnten bei 12 erwachsenen Patienten, die nach obiger Methode operiert wurden, die Lungenvolumina messen und stellten fest, daß diese bei der Trichterbrust nur ausnahmsweise erheblich eingeschränkt seien und beim Adulten auch bei erfolgreicher Operation nicht zunehmen.

JANEC hat 1969 ein eigenes Verfahren zur Beseitigung der Trichterbrust veröffentlicht, nachdem er durch Nachuntersuchungen von Patienten, die nach den verschiedensten Methoden operiert wurden, in mehr als 50 % ein nicht zufriedenstellendes Ergebnis feststellen mußte:

Das Brustbein wird longitudinal bis zum Ansatz des 2. Rippenknorpels durchtrennt und hier auch querosteotomiert (die Längsspaltung erfolgt vom Processus xiphoideus aus nach oben).

Das mosaikartig zerlegte Sternum ist an jedem Sternumanteil nur mit einem einzigen Rippenknorpel verbunden, der in die gewünschte Lage gebogen werden kann. Keilexcisionen aus dem 6. und 7. Rippenknorpel erlauben die Beseitigung der Krümmung des unteren Brustbeinendes. Zur

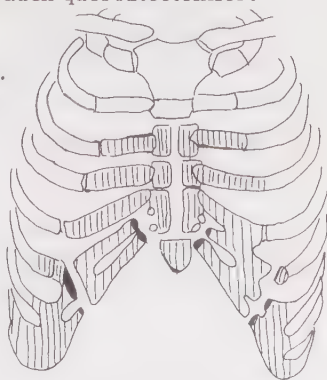


Abb. 11
Stabilisierung mittels Knochentransplantat nach JANEC

Fixierung wird ein aus der vorderen Tibiafläche vorher gewonnenes Transplantat in das Manubrium eingetrieben. Bei Bedarf kann das untere Sternumende durch einen quer unter das Transplantat gelegten Kirschnerdraht fixiert und nach vorne gehoben werden (Abb. 11).

JANEC (1969) operierte so 15 Kinder im Alter zwischen 4 und 15 Jahren; die Operationen lagen 1 bis 3 Jahre zurück.

Ergebnisse: Bei 12 Kindern mit symmetrischer Deformität konnte ein sehr gutes Ergebnis erzielt werden; bei den restlichen (Marfan-Syndrom, stark asymmetrische Trichterbrust, Drittopexation) waren die Resultate zufriedenstellend. Er empfiehlt, die oft bestehende paradoxe Längskrümmung des Sternums zu beseitigen und an den Knorpeln maximal schonend vorzugehen, da die Regeneration keineswegs symmetrisch vor sich gehe.

Substernale Fixation

Hier wird unter das angehobene Sternum zur Abstützung ein Stabilisator quer eingelegt und an den Rippen oder den Weichteilen befestigt.

BERGHAUS und KUIPERS (1968) operierten im wesentlichen nach der Methode von BRUNNER (1954) stabilisierten jedoch das mobilisierte und elevierte Sternum



Abb. 12
Stabilisation mit einem
queren Kirschnerdraht

durch einen substernalen queren Kirschnerdraht, der mehrere Wochen belassen wurde (Abb. 7 und 12).

Sie operierten 14 Patienten im Alter zwischen 4 und 22 Jahren und kontrollierten 2 bis 5 Jahre nach der Operation.

Komplikationen: 3 mal Pneu, 5 mal Erguß, 1 mal infiziertes Serom, 1 mal Hautnekrose,

Ergebnis: Kein Rezidiv

Die durchschnittliche Vergrößerung des Sternum-Wirbelsäulenabstands betrug 2,0 cm. Bei keinem Patienten bestanden p. op. Beschwerden.

SCHMITT (1962) operierte ebenfalls abgewandelt nach BRUNNER bei 16 Patienten zwischen 1 und 38 Jahren:

Fixation des elevierten Brustbeins durch einen kaudalen substernalen Kirschnerdraht, der der Brustwand leicht angewinkelt und an den Enden zur Öse umgebogen wird. Die Ösen werden durch 2-3 Zwirnkopfnähte unter der Muskulatur/auf der Brustwand fixiert. Nach ca. 4 bis 6 Monaten wird der Stabilisator wieder entfernt (Abb. 7 und 13).



Abb. 13

Bei der Nachuntersuchung der 16 Patienten konnten keine Rezidive und keine Infektionen festgestellt werden. Die Operationen lagen bis zu 40 Monaten zurück.

JASTER und SEYFARTH (1966) stabilisieren ebenfalls durch Kirschnerdrähte:

Der Processus xiphoideus wird reseziert. Von der 3. Rippe bis zum Rippenbogen werden keilförmige Excisionen aus den Rippenknorpeln entnommen, dann folgt eine T-förmige Osteotomie des Brustbeins. Die Fixation erfolgt durch 1-3 Kirschnerdrähte, die von der lateralen Thoraxwand unter den Sternalhälften zur Gegenseite hin ausgestochen werden. Die Drähte ruhen lateral auf den knöchernen Rippen, die Enden werden zu Ösen umgebogen und mit Perlonnähten auf dem Rippenperiost befestigt (Abb. 14).

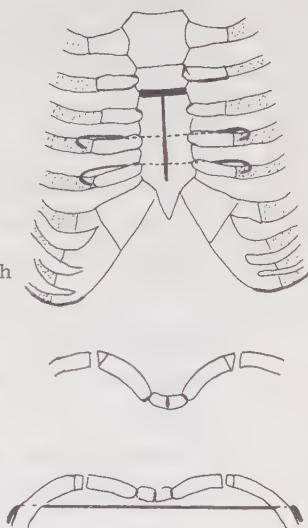


Abb. 14

Sie operierten 21 Patienten im Alter zwischen 3 und 20 Jahren; 14 Patienten waren zwischen 6 und 15 Jahre alt.

Komplikationen: 13 mal Pleuraeröffnung, 3 mal Pneu,
2 mal Pleuraerguß, 1 mal Nachblutung

Nachuntersucht wurden 18 Patienten im Mittel 23 Monate p. op.

Ergebnisse: sehr gut 14 mal, nicht voll zufriedenstellend 2 mal, Teilrezidiv 1 mal, Totalrezidiv 1 mal; beide wurden ohne Kirschnerdraht operiert.

Funktionell: 14 mal beschwerdefrei , 2 mal gebessert die Vitalkapazität änderte sich bei keinem Patienten signifikant.

Die stationäre Aufenthaltsdauer betrug im Mittel 25 Tage.

Eine ebenfalls sich auf das BRUNNER'sche Verfahren stützende Methode wurde von LÖHR et al (1967) ausgearbeitet:

Subperichondrale Resektion der deformierten Knorpel- und Rippenanteile; dann wird das Sternum längs und quer osteotomiert. Die reponierte Brustwand wird durch 1-2 retrosternal implantierte Kieler Knochenspäne (Tierknochen-transplantat) fixiert; diese lagern mit ihren Enden auf den Stümpfen der resezierten Rippen. Eine Zweitoperation entfällt, da der Span nach ca. 5-6 Jahren resorbiert wird (Abb. 15).

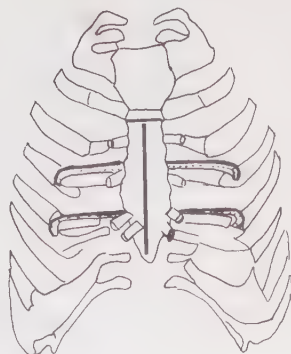


Abb. 15

Es wurden 54 Patienten im Alter zwischen 4 und 22 Jahren operiert; die Verweildauer im Krankenhaus betrug 2 bis 3 Wochen.

Komplikationen: 7 mal Wundrandnekrose, 3 mal Granulombildung, 3 mal Heilung p. s. 6 mal mußte der Span vorzeitig entfernt werden. Einmal kam es zu einem Todesfall.

18 Patienten konnten 1 bis 5 Jahre nach der Operation nach-
untersucht werden:

Ergebnisse: Kosmetisch: 6 mal sehr gut, 3 mal befriedigend
1 mal schlecht, 1 mal geringes Rezidiv, 1 mal Eindellungen im Bereich der Rippenresektionen.

Funktionell: 11 mal sehr gut, 3 mal gut, 1 mal wesentlich gebessert, 1 mal unbefriedigend

Bei 11 Patienten lag die Operation mehr als 5 Jahre zurück:

Ergebnisse: Kosmetisch: 6 mal sehr gut, 1 mal gut mit geringen Unregelmäßigkeiten, 2 mal mäßig gut, 1 mal mäßig (Eindellungen) 1 mal befriedigend

Funktionell: 6 mal sehr gut, 4 mal gut, 1 mal deutlich gebessert.

Sie halten das Operationsalter zwischen dem 3. und 14. Lebensjahr am günstigsten, jenseits des 10. Lebensjahrs wird der beste kosmetische Effekt erreicht, bei 12-14-jährigen ist die Operation am einfachsten durchzuführen.

Nach der gleichen Methode operierte BAUERMEISTER
(1972):

Er führte 62 Operationen durch, wovon 51 nachkontrolliert
werden konnten:

Komplikationen: 2 Todesfälle, 4 mal Wundrandnekrose,
3 mal Heilung p. s.

Ergebnisse: Funktionell: Von 41 Patienten mit Beschwer-
den waren 31 p. op. vollkommen
beschwerdefrei; 8 mal wurden
die Beschwerden entscheidend
gebessert, 2 mal nicht gebessert.

Kosmetische Ergebnisse:

Untersuchung nach

4 Wochen - 3 Monate	7 Pat.	sehr gut 7	gut 0	unbefr. 0
4 Monate - 1 Jahr	3 "	" 3	" 0	" 0
1 Jahr - 5 Jahre	23 "	" 20	" 2	" 3
mehr als 5 Jahre	16 "	" 11	" 3	" 2

ADKINS und BLADES (1961) benützen zur Fixierung ein
Stahlblatt:

Nach Durchtrennung der Rippenknorpel und longitudinaler
und horizontaler Osteotomie wird das Sternum mobilisiert
und eleviert. Um es in leicht überkorrigierter Stellung zu
halten, wird darunter ein mit Löchern und Einkerbungen
versehenes Stahlblatt geschoben; mit Achternähten wird

es dann an den Rippen und am Muskulus pectoralis maior befestigt. Nach 8 bis 12 Wochen wird das Stahlblatt wieder entfernt (Abb. 16).

Sie operierten 18 Patienten im Alter von 3 bis 44 Jahren.

Komplikationen:

2 mal oberflächliche Wundinfektion

Ergebnisse:

Bei einer Nachuntersuchungszeit bis zu 24 Monaten fanden sich 17 gute und nur 1 schlechtes Ergebnis. Die stationäre Aufenthaltsdauer betrug im Mittel 8-9 Tage.

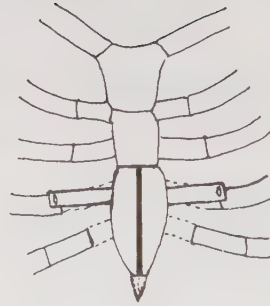


Abb.16
Operation nach ADKIN und
BLADES

Eine weitere Nachuntersuchung konnten ADKINS et al (1968) bei 33 Patienten vornehmen, deren Operation nun 5 Jahre oder länger zurücklag.

Ergebnisse: Bei 29 Patienten ausgezeichnete bis gute Ergebnisse, 1 schlechtes Ergebnis.

REGENSBURGER et al (1970) gingen bei 26 Operationen nach der Methode von JENSEN, SCHMIDT und GARAMELLA vor:

Der Trichter wird durch keilförmige Chondro- bzw. Osteotomien im Rippenknorpelbereich in Verbindung mit Längs- und Querspaltung des Sternums mobilisiert; letzteres wird durch einen substernalen gebogenen Stahlstab fixiert, der an den Rippen befestigt wird. Die Sternumfragmente werden durch Seidennähte in der anatomischen Stellung vereinigt. Der Stahlstab wird nach ca. 12 Monaten wieder entfernt (Abb. 17).

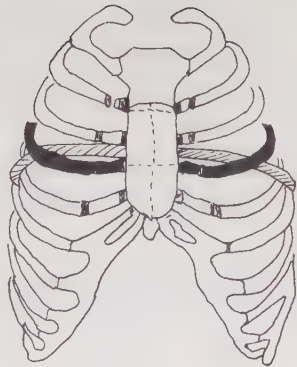


Abb. 17
Vorgehen nach JENSEN, SCHMIDT
und GARAMELLA

26 Patienten wurden operiert, davon 14 nachuntersucht.

Ergebnisse:

6-9 Jahre	2 Pat.	0 gut	1 mäßig	1 schlecht
10-18 Jahre	9 Pat.	2 gut	4 mäßig	3 schlecht
19-31 Jahre	3 Pat.	2 gut	0 mäßig	0 schlecht

Der Zeitraum zwischen Operation und Nachuntersuchung betrug 2 bis 6 Jahre. Sie empfehlen, die Operation erst nach Abschluß des Wachstums durchzuführen.

Anhand einer zweiten Nachuntersuchung der gleichen Patienten 5 bis 9 Jahre nach der Operation konnten die VIVIE et al (1973) zeigen, daß immer noch die 3 ältesten Patienten die besten Ergebnisse hatten:

6-9 Jahre	2 Pat.	0 gut	1 zufr.	1 schlecht
10-18 Jahre	9 Pat.	1 gut	5 zufr.	3 schlecht
18-31 Jahre	3 Pat.	3 gut	0 zufr.	0 schlecht

Das kosmetische Spätergebnis war zum Teil durch schlechte Narbenverhältnisse beeinträchtigt.

Funktionelle Ergebnisse:

Bei 6-7-jährigen Kindern hatte sich der Sternum-Ws-abstand im Vergleich zum Frühergebnis verringert; bei den 3 ältesten Patienten verringerte er sich nicht. 11 mal konnte eine weitgehende Besserung der Beschwerden erreicht werden, darunter auch bei 2 Patienten mit schlechtem kosmetischem Ergebnis.

Die Autoren weisen nochmals darauf hin, daß sie den günstigsten Zeitpunkt für die Operation nach Beendigung der Wachstumsperiode halten; aus kosmetischen Gründen operieren sie nur bei schweren psychischen Störungen.

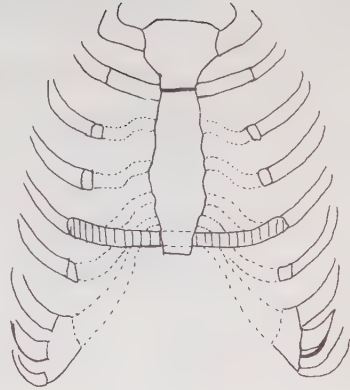
Transsternale Operationsmethoden

Quer oder schräg durch das Brustbein getriebene Stabilisatoren, meist auf den Rippen befestigt, halten bei diesen Techniken das Sternum in seiner Position.

Operationsmethode nach PALTIA et al (1958)

Subperichondrale Resektion der betroffenen Knorpelanteile.
Falls erforderlich, wird eine quere Keilosteotomie am Beginn

der Exkavation durchgeführt. Nach der Aufrichtung wird ein Metallblatt quer durch das kaudale Sternumende geschlagen, welches auf den Rippenstümpfen ruht. Nach 3 Monaten wird das Metall wieder entfernt (Abb. 18).



Sie operierten 70 Patienten, von denen 57 unter 7 Jahre alt waren und 13 über 7 Jahre. Die stationäre Aufenthaltsdauer betrug 10 bis 15 Tage.

63 Patienten konnten 1-3 Jahre p. op. nachuntersucht werden.

Abb. 18
Operationsmethode nach
PALTIA

Komplikationen: 11 mal Pneu, 7 mal Wundinfektion
10 mal vorzeitige Bügelentfernung

Ergebnisse: Kosm. gut 51 befr. 10 schlecht 2

Die beiden schlechten Ergebnisse hatten ein Wandern der Spange und daher deren vorzeitige Entfernung als Ursache. Von 47 Patienten hatten p. op. 18 überhaupt keine Beschwerden mehr, bei 10 Patienten waren sie teilweise verschwunden.

KJAER et al (1965) operierten ebenfalls nach der Methode von PALTIA, sie resezierten jedoch nicht den gesamten deformierten Knorpelabschnitt, sondern führten am Sternum und an der lateralen Abknickung Knorpeldurchtrennungen ver-

schiedenen Ausmaßes durch, wobei oft auch mehrere Chondrotomien dazwischen notwendig waren.

Sie kontrollierten 25 Patienten, welche zur Zeit der Operation zwischen 6 und über 17 Jahre alt waren; davon waren 18 Patienten zwischen 10 und 14 Jahre alt, 5 Patienten waren älter als 17 Jahre.

Komplikationen: 3 mal Pneu, 2 mal Wunddehiszenz ,
2 mal Serom, 1 mal Wundinfekt, 2 mal
Ableiten des Bügels.

Die Nachuntersuchungen wurden 1 Jahr nach der Operation durchgeführt:

Ergebnisse: Kosm. sehr gut 17, gut 7, Rezidiv 1
Alle Patienten waren mit dem Ergebnis der Operation zufrieden.

BORGESKOW und RAHAAVE (1971) konnten 18 der von KJAER operierten Patienten 7 bis 10 Jahre p. op. nachuntersuchen.

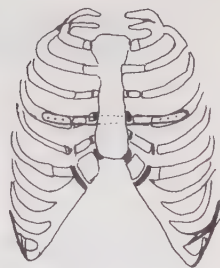
Ergebnisse: Kosmetisch gut 5 schlecht 13

15 Patienten waren mit dem Ergebnis zufrieden, 3 nicht; nach Ansicht der Verfasser sind sie deshalb zufrieden, da die kosmetische Beeinträchtigung ab einem bestimmten Alter nicht mehr so stark empfunden wird. Sie empfehlen eine zurückhaltende Indikation.

Der Vertebralindex stieg um $1,25 \pm 0,91$ %. Insgesamt hatten 8 der 18 Patienten eine Besserung gezeigt.

Ein weiteres Verfahren wurde von HEGEMANN (1965) entwickelt:

Subperiostale Resektion eines Rippenkeiles parasternal und am lateralen Trichterrand. Quere Durchtrennung des Sternums am oberen Trichterrand; der Schwertfortsatz wird reseziert. Zur Stabilisierung wird ein Spieß quer durch das distale Sternumfragment getrieben und kommt nach Verschränkung auf der Thoraxwand zu liegen.



Nach 1 Jahr wird der Spieß entfernt (Abb. 19).

Abb. 19
Verfahren nach HEGEMANN

HEGEMANN führte 1968 bei 48 operierten Patienten 1-3 Jahre p. op. eine Nachuntersuchung durch.

Ergebnis: Kein Trichter 39 mal, kleiner Trichter 7 mal
Rezidiv 2 mal, 81 % der Patienten hatten kosmetisch befriedigende Narben, 87 % waren p. op. völlig beschwerdefrei.

Trichtertypen: 24 hochgradig, 12 hochgradig mit Flachbrust, 11 mittelgradig, 1 mittelgrad. mit Flachbrust.

Die stationäre Aufenthaltsdauer betrug etwa 8 Tage.

WILLITAL konnte 1970 bei 141 Patienten nach einem Jahr und bei 60 Patienten nach 4 Jahren eine Kontrolluntersuchung vornehmen:

Nachuntersuchung nach einem Jahr:

Ergebnis: sehr gut 70%, zufriedenstellend 23 %
korrekturbedürftig 7 %

Komplikationen: 18 mal Pneu, 18 mal Pleuraeröffnung,
10 mal Wundinfektion, 3 mal Nachblutung, 1 mal intraperikardiale Aortenverletzung.

Stationäre Aufenthaltsdauer: Durchschnittlich 17 Tage

Nachuntersuchung nach 4 Jahren:

Ergebnis: sehr gut 61 %, anatomisch voll rekonstruiert
73 %, Teilrezidiv 4 mal, Totalrezidiv 0

Eine ähnliche Methode wurde von SULAMAA (1970) entwickelt:

Die deformierten Rippenknorpel werden vom Brustbein an bis zum Rand der Impression subperichondral entfernt; dann erfolgt eine quere keilförmige Osteotomie des Sternums. Nachdem dieses angehoben wurde, wird es von der Seite mit einem

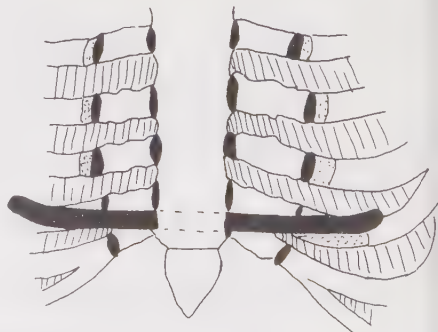


Abb. 20
Operationsmethode nach SULAMAA

Messer durchbohrt, und eine Stahlschiene unter dem Periost hindurchgeschoben. In schweren Fällen wird das schlaffe Perichondrium mit Seidennähten an der Schiene befestigt. Die Entfernung der Schiene erfolgt nach 4 bis 6 Monaten (Abb. 20).

SULAMAA und WALLGREEN (1970) konnten 7 bis 8 Jahre nach der Operation 41 Patienten nachuntersuchen; 37 waren zur Zeit der Operation unter 10 Jahre alt, 6 älter.

Komplikationen: 8 mal seröses Exsudat, 3 mal Wundinfektion, 10 mal Verschiebung der Schiene, 1 mal Pneu

Nachuntersuchungsergebnisse 1-2 Jahre p. op. :

gut 33 mal befriedigend 9 mal

Nachuntersuchungsergebnisse 7-8 Jahre p. op. :

gut 28 mal befriedigend 12 mal
schlecht 1 mal

Von den unter "gut" eingereihten Fällen war bei 17 die Impression vollkommen verschwunden, bei 11 Fällen weniger als 1 cm tief; bei den befriedigenden Fällen etwa 1-2 cm tief. Eine vorzeitige Schienenentfernung war 2 mal, eine Refixation 4 mal notwendig.

Müdigkeit und Kurzatmigkeit war in 9 von 12 Fällen verschwunden, während sich bei 6 Patienten nach der Opera-

tion Kurzatmigkeit entwickelte; die Infektanfälligkeit trat in 9 von 20 Fällen nicht mehr auf.

SULAMAA und WALLGREEN empfehlen, die Operation bereits bei 1- bis 2-jährigen Kindern durchzuführen, da hier das Brustbein noch beweglicher sei.

Prästernale Fixation

Dabei werden nach Mobilisation und Elevation des Sternums Trichterbrustspangen in oder an den Rippen befestigt und, quer über dem Sternum liegend, an diesem fixiert.

HARTL (1967) operierte 19 Patienten und fixierte mittels Metallschienen nach REHBEIN (1966); das Operationsalter lag zwischen 2 und 18 Jahren:

Nach Resektion des Processus xiphoideus wird das Sternum bis zum 2. ICR längsgespalten, in Höhe des 2 oder 3 ICR anschließend querosteotomiert. Nun erfolgt die parasternale Durchtrennung der Knorpel nahe der Knorpel-Knochengrenze, das Sternum wird dann eleviert. An 2 korrespondierenden Rippen werden je ein schmales Metallblatt wie ein Marknagel in die knöcherne Rippe einge-

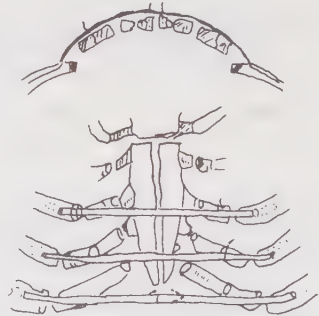


Abb. 21
Operationsvorgehen nach HARTL

schoben. Die 2 Stahlblätter werden übereinandergelegt und die skelettierte vordere Brustwand daran durch Drahtnähte fixiert (Abb. 21).

Die Nachuntersuchungen wurden 3 Monate bis 10 Jahre p. op. durchgeführt.

Ergebnisse: kosm. gut 15 ausreichend 3 Rezidiv 1
funktionell gut 17 ausreichend 1 schlecht 1

HARTL weist auf die Bedeutung von postoperativ durchgeführtem Turnen und Atemgymnastik hin.

Nach einer modifizierten Methode von REHBEIN und WERNICKE geht von der OELSINITZ (1973) vor:

Nach Ablösen der Weichteile werden die Rippenknorpel 3 bis 10 rechts und links am Sternum und entlang der Knorpel-Knochengrenze durchtrennt. Das Manubrium wird in Höhe des 2. bis 3. ICR quer eingekerbt, das Xiphoid vom Sternum gelöst, so daß das Brustbein eleviert werden kann. Zur Stabilisation werden paarweise Stahlschienen in den Markräumen der Rippen verankert, meist in den 3. - 5. Rippenpaaren. Das

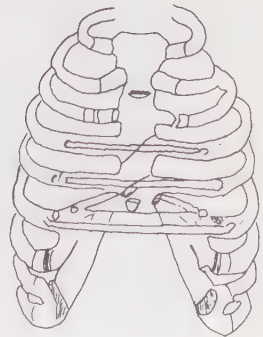


Abb. 22
Operationsmethode nach v. d.
OELSINITZ

Sternum und die Rippenknorpel werden durch Drahtschlingen an den Schienen gehalten. Die Schienen bleiben etwa 3 Jahre liegen. (Abb. 22).

V. d. OELSnitz (1973) berichtet über 159 Operationen nach dieser Methode. 118 Patienten waren bei der Operation zwischen 3 und 17 Jahre alt; der Krankenhausaufenthalt betrug 2 bis 3 Wochen.

Komplikationen:

11 mal Infektionen, 6 mal Wundserom, 4 mal Abrutschen der Schiene, 2 mal Herz- und Atemstillstand, 1 mal Nachblutung.

Es konnten 120 Patienten 3 bis 18 Jahre p. op. nachuntersucht werden.

Ergebnisse:

Op-Alter 3-5 J.	gut 67,9 %	befr. 14,3 %	Rezidiv 17,8 %
" 6-8 J.	gut 77,2 %	befr. 17,1 %	Rezidiv 5,7 %
" 9-12 J.	gut 59,1 %	befr. 18,2 %	Rezidiv 27,7 %
" über 12 J.	gut 58,6 %	befr. 22,8 %	Rezidiv 8,6 %

<u>Insgesamt:</u>	gut 69,2 %	befr. 18,3 %	Rezidiv 12,5 %
	= 83 Pat.	= 22 Pat.	= 15 Pat.
<u>Ohne Beschwerden:</u>	71 Pat.	15 Pat.	5 Pat.
<u>Mit Beschwerden:</u>	12 Pat.	7 Pat.	10 Pat.

Definition: gut: Wölbung der Brustwand normal, Sternum-WS-Abstand groß, Vertebral-Index unter 30%, minimale Unregelmäßigkeiten, die die Kosmetik nicht stören.

Rezidiv: Sternum sym. oder asym. eingesunken, paradoxe Atmung, Sternum-WS-Abstand abnorm klein, Vertebralindex über 30 %

befriedigend: Befunde zwischen beiden Kriterien

Beziehung zwischen Trichterform und Ergebnis:

Typ I (symmetrisch tiefe Trichter): 69,9 % Heilung bei 126 Operationen.

Typ II (symmetrisch-muldenförmiger Trichter): 2 Rezidive bei 3 Operationen.

Typ III (asymmetrisch tiefe Trichter): 70,8 % Heilung bei 33 Operationen.

v. d. OELSINITZ (1973) rät von der Operation muldenförmiger Trichter ab, ebenfalls sollten Patienten zwischen dem 9. und 12. Lebensjahr nicht operiert werden. Der beste Operationszeitpunkt liegt für ihn jenseits der 12-Jahresgrenze.

2. Eigenes Krankengut

An der Kinderchirurgischen Klinik der Universitätskinderklinik München im Dr. v. Haunerschen Kinderspital wurden 1964 bis 1972 64 Patienten mit Trichterbrust vorgestellt. Von diesen 64 Patienten wurden 48 operiert; bei den restlichen wurde keine Indikation von ärztlicher Seite aus gesehen oder der Eingriff wurde von den Eltern abgelehnt.

Von unseren 64 Patienten waren 46 Buben und 18 Mädchen; dies entspricht einem Verhältnis von 2,6 : 1.

Ein gehäuftes familiäres Auftreten konnten wir in 12 Fällen feststellen. Es waren 8 Buben und 4 Mädchen betroffen; dabei war wiederum die väterliche Linie und davon wieder die männlichen Vertreter stärker betroffen, da nur 1 mal bei der Mutter und 1 mal bei einer Schwester der Patienten eine leichte Trichterbrust bestand.

Beschwerden wurden von 14 der 64 Patienten geäußert (Tab. 1).

<u>Art der Beschwerden</u>	<u>Patientenzahl</u>
Atembeschwerden	6
Kreislaufbeschwerden	4
Seitenstechen	2
Leicht ermüdbar	2
Bronchitis	2
Schmerzen im Epigastrium	1
Bewußtlosigkeit	1

Tab. 1 Beschwerden bei 14 Patienten vor der Operation

Atembeschwerden bestanden bei 6 Patienten, meist in Form von Kurzatmigkeit und Tachypnoe bei körperlicher Belastung; 2 Patienten litten unter chronisch rezidivierenden Bronchitiden. Bei 4 spirometrisch untersuchten Patienten konnte jeweils eine eingeschränkte Lungenfunktion ermittelt werden, 3 mal war der Atemgrenzwert eingeschränkt, einmal bestand eine mittelgradige obstruktive Ventilationsstörung. Unter Kreislaufbeschwerden litten 4 Patienten, Seitenstechen bei Anstrengung äußerten 2 Patienten, leicht ermüdbar waren 2 Patienten; 1 Patient hatte Schmerzen im Epigastrium, in einem Fall trat wiederholt Bewußtlosigkeit auf.

Die EKG-Untersuchungen bei 10 Patienten zeigten 6mal einen inkompletten Rechtsschenkelblock, 1mal Zeichen einer Linksbelastung, 1mal Zeichen einer Rechtshypertrophie und 1mal einen pathologischen Rechtstyp. In einem Fall fiel das EKG normal aus.

Mißbildungen, zum Teil schwerer Natur, hatten zusätzlich 14 Kinder; im einzelnen konnte folgendes festgestellt werden : (Tab. 2).

Art der Mißbildung	Patientenzahl
Systemerkrankungen	4
Hemmungsmißbildung	3
WS-Veränderungen	4
Mißbild. d. unt. Extr.	4
Relax. diphragm. +	
Plexuslähmung	2
Strabismus convergens	2

Tab. 2 Begleitmißbildungen bei 14 Patienten

1 mal Marfan-Syndrom mit Klumpfuß rechts, Gaumenspalte und Arachnodaktylie; 1 mal ARAN-DUCHENNE Muskelatrophie; 1 mal DOWN-Syndrom mit LKG II; 1 mal PIERRE-ROBIN-Syndrom mit Arachnodaktylie, Spondylolisthesis u. Pes plano-valgus bds.; 3 mal Skoliose der BWS; 1 mal Dysplasie der linken Thoraxhälfte m. Hypoplasie des M. pectoralis maior; 1 mal Hüftluxation bds.; 2 mal Lähmung des Plexus brachialis links bzw. rechts mit Relaxatio diaphragmatica; 2 mal Strabismus convergens. 1 mal Knick-Senkfüße, Genu valga u. starke Skoliose d. BWS.

Operative Behandlung der Trichterbrust an der
Kinderchirurgischen Klinik der Universitätskinder-
klinik München im Dr. v. Haunerschen Kinderspital

I. Trichterbrustoperationen von 1964 bis 1969

1964 bis 1969 wurden 11 von 24 vorgestellten Patienten an einer Trichterbrust operiert; und zwar nach 3 verschiedenen Operationsverfahren, die im folgenden kurz beschrieben werden sollen.

Als Zugang wurde bei allen Patienten ein vertikaler, medianer Hautschnitt gewählt, der sich vom Jugulum bis zum Epigastrium erstreckte. Dann erfolgte die Präparation der Haut und Weichteile, teils stumpf, teils scharf, bis der Trichterrand gut zugänglich war.

5 Patienten wurden nach einem Operationsverfahren mittels äußerer Fixation operiert:

Links und rechts werden entlang des Trichterrandes subperiostale, keilförmige Rippenexcisionen durchgeführt. Der kraniale Teil des M. rectus abdominis wird vom Xiphoid gelöst, dann retrosternale Mobilisation, Parasternal beidseits werden die Rippenansätze keilförmig incidiert bzw. excidiert. Im Bereich des Manubriums wird eine keilförmige Querosteotomie des Sternums vorgenommen. Durch die Mitte des Brustbeins wird mittels atraumatischer Nadel ein starker Stahldraht quer durchgestochen; an ihm wird später das Brustbein an dem der vorderen Brustwand aufliegenden Bügel fixiert. Bei 2 Patienten erfolgte zusätzlich mittels durchgreifenden Seideneinzelknopfnähten eine Vereinigung der beiden Sternalhälften. Die abgetrennte Rektusmuskulatur wird an den Rippenbögen befestigt. Anlegen einer substernalen Drainage, unter den Weichteilen beiderseits des Sternums ebenfalls je eine Drainage. Schichtweiser Wundverschluß.

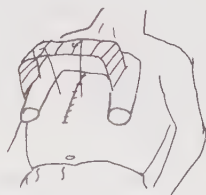
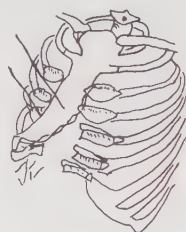


Abb. 23
Operation mittels äußerer
Fixation

5 weitere Patienten wurden nach einem Verfahren von HEGEMANN mittels Trichterbrustspangen operiert:

Parasternal wie auch links und rechts auf der Höhe des Trichterrandes werden die knorpeligen Anteile der Rippen subperiostal reseziert, der Processus xiphoideus wird excidiert. Am oberen Trichterrand wird das Sternum quer osteotomiert und kann nun in die gewünschte Lage gebracht werden, in der es durch 1 oder 2 Spangen gehalten wird, die an den knöchernen Rippenanteilen und am unteren Sternum mit Drahtnähten fixiert werden. Nach Anlegen einer substernalen Drainage sowie zweier subkutaner Drainagen beiderseits des Sternums erfolgt schichtweiser Wundverschluß.

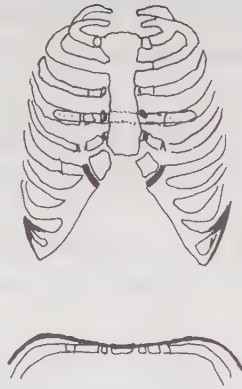


Abb. 24
Verfahren nach
HEGEMANN

1 Patient wurde nach einem modifizierten Verfahren von BRUNNER operiert:

Von den Rippenbögen bis zur 3. Rippe werden beidseits auf dem Scheitelpunkt des Trichters keilförmige Knorpelstücke entnommen. Das Xiphoid wird excidiert. Das Sternum wird nun längs und zusätzlich am kranialen Ende des Corpus quer durchtrennt; nun kann es gehoben werden. In dieser Lage wird es durch einen quer über die Thoraxglocke nach ventral-konvex gebogenen Metallbügel gehalten. Er wird an der 7. Rippe mit einer Drahtnaht fixiert und an seiner Wölbung das Sternum befestigt. Nach Anlegen einer substernalen Saugdrainage erfolgt schichtweiser Wundverschluß.

Eine Operationsindikation wurde nur bei solchen Patienten gesehen, bei denen eine Progredienz des Trichters festzustellen war und bei denen später ernste Symptome zu erwarten waren.

Bei der Einteilung in Trichterbrusttypen wurde nach v. d. OELSNITZ (1973) vorgegangen:

Typ II (symmetrisch tiefer Trichter) 10 Patienten

Typ I (symmetrisch-muldenförmiger Trichter) 1 Patient

Die Alters- und Geschlechtsverteilung der 11 Patienten geht aus Tabelle 3 hervor. Der jüngste Patient war 3 Jahre, der älteste 9 Jahre zur Zeit der Operation.

Op-Alter	Zahl	♂	♀
3.+4. LJ.	1	0	1
5.+6. LJ.	2	1	1
7.+8. LJ.	6	6	0
9.+10. LJ.	2	0	2
Summe	11	7	4

Tab. 3 Alters- und Geschlechtsverteilung
LJ. = Lebensjahr

Postoperative Komplikationen traten bei 9 Patienten auf (Tab. 4). Eine Eröffnung der Pleura konnte 8 mal nicht vermieden werden, 3 mal davon beidseits; eine Pneumonie trat 1 mal auf. Pneumothorax, Pleuraerguß und Hämatothorax je 1 mal; bei einem Patienten trat nach Serumgabe ein Kollaps mit urticariellem Exanthem und sehr schlechtem

Allgemeinzustand über 4 Wochen auf. Wundheilungsstörungen wurden insgesamt 4 mal gesehen, 1 mal als Serom, 1 mal als Wundinfektion und 3 mal als Heilung p. s.

Komplikationen p. op.	Anzahl
Pleuraeröffnung	8
Pneumonie	1
Pneumothorax	1
Pleuraerguß u. Hämatothorax	1
Kollaps	1
Wundheilungsstörungen	5

Tab. 4 Komplikationen p. op. bei
11 Patienten

Die stationäre Aufenthaltsdauer betrug durchschnittlich 36 Tage (25 bis 135 Tage); die Aufenthaltsdauer von 135 Tagen war der bereits erwähnte Fall mit Kollaps und urticariellem Exanthem nach Serumgabe bei sehr schlechtem Allgemeinzustand.

Nachuntersuchungsergebnisse 1964 bis 1969

Die Nachuntersuchung der Patienten bestand in einer allgemeinen klinischen Untersuchung, Röntgenaufnahmen des Thorax ap. und seitlich, Messung der Atemexkursion, d.h. Unterschied in cm zwischen maximaler Inspiration und Expiration, gemessen über den Mamillen und über dem Rippenbogen, und einer fotografischen Aufnahme des Patienten. Besonderer Wert wurde auf die Anamnese seit der Operation gelegt, vor allem in Hinblick auf funktionelle und psychische Veränderungen.

Die bei der Nachuntersuchung angefertigten Röntgenaufnahmen wurden, soweit vorhanden, mit denen vor der Operation verglichen. Es wurden sterno-vertebrale Durchmesser vor und nach der Operation verglichen und zum genauen Vergleich der Vertebralindex (= VJ) ermittelt.

$$\text{Vertebralindex (VJ)} = \frac{\text{VD}}{\text{SD} + \text{VD}} \cdot 100$$

VD = Vertebraaldurchmesser

SD = Sagittaldurchmesser (= Sternum-Wirbelsäulenabstand)

Für diese Meßwerte liegen von BACKER et al (1961) vergleichende Messungen an über 400 Kindern und Jugendlichen vor; die Normalwerte liegen zwischen 16 und 28 %.

Die Atemexkursion der Patienten wurde anhand selbst durchgeführter Kontrolluntersuchungen bei 43 skelettgesunden Kindern verglichen.

Schwierig ist es, das kosmetische Ergebnis bei Trichterbrustpatienten objektiv zu beurteilen und mit Ergebnissen anderer Autoren zu vergleichen. Aus diesem Grund sind viele Autoren dazu übergegangen, ihre Beurteilungsgrundlagen zu definieren; dadurch können die Aussagen besser miteinander verglichen werden.

Wir haben deshalb unsere Bewertungskriterien folgendermaßen definiert:

<u>Gut:</u>	Brustwand normal oder fast normal gewölbt, die Narbe ist kosmetisch nicht störend.
<u>Befriedigend:</u>	Die rekonstruierte Brustwand weist noch oder wieder kleine Unebenheiten auf, sie ist leicht eingesunken oder asymmetrisch, die Narbe ist verbreitert oder verdickt.
<u>Schlecht:</u>	= Rezidiv; die Brustwand ist erneut stark eingesunken oder weist eine lokale starke Einziehung auf.

Nachuntersuchungsergebnisse der von 1964 bis 1969 operierten Patienten

Von den 11 operierten Patienten konnten 10 nachuntersucht werden. Die Zeit zwischen Operation und Nachuntersuchung betrug maximal 9 Jahre, minimal 4 Jahre; das kosmetische Ergebnis war in einem Fall gut, in 3 Fällen befriedigend und in 6 Fällen schlecht (Tab. 5).

Kosmet. Ergebnis	Patientenzahl
gut	1
befriedigend	3
schlecht	6

Tab. 5 Kosmetisches Ergebnis
bei 10 Patienten

Die Abhängigkeit des Nachuntersuchungsergebnisses von der Zeit zwischen Operation und Nachuntersuchung geht aus Tabelle 6 hervor. Ab dem 6. postoperativen Jahr ist eine Zunahme der schlechten Ergebnisse festzustellen.

Kosmetik	Zeit 4-5 J.	p. op. 6-7 J.	in Jahren + Pat. Zahl 8-9 J.
gut	0	0	1
befried.	1	1	1
schlecht	1	3	2

Tab. 6 Beziehung zwischen kosmet.
Ergebnis und Zeit zwischen Op.
und Nachuntersuchung

Eine Aussage über die Abhängigkeit des Ergebnisses vom Operationsalter läßt sich bei dem kleinen Krankengut nicht eindeutig feststellen; es zeigen jedoch die beiden Kinder, welche nach dem 8. Lebensjahr operiert wurden, ein befriedigendes Ergebnis (Tab. 7).

Kosmetik	Op. -Alter in Lebensjahren				
	3.+4.	5.+6.	7.+8.	9.+10.	11.+12.
gut	0	0	1	0	0
befried.	0	0	1	1	1
schlecht	1	2	3	0	0

Tab. 7 Abhängigkeit des kosmet. Ergebnisses vom Operationsalter

Das kosmetische Resultat der Mädchen ist im Durchschnitt etwas besser als das der Jungen.

Bei 8 Patienten konnten Röntgenbilder vor und nach der Operation miteinander verglichen werden. Dabei zeigte sich trotz der schlechten kosmetischen Ergebnisse eine Zunahme des Retrosternalraums um durchschnittlich 2,2 cm; sie schwankte im einzelnen zwischen 4,6 cm (kosmetisch gut) und 0,4 cm (kosmetisch schlecht) (Tab. 8).

Kosmetik	Zunahme des Retrosternalraums in cm							Durchschnitt
gut							4,6	4,6
befried.							2,3	2,3
schlecht	3,1	3,0	2,4	1,6	0,6	0,4		1,85

Tab. 8 Verbreiterung des Retrosternalraums in Beziehung zum kosmetischen Ergebnis

Der Vertebralindex konnte bei 8 Patienten den Werten vor der Operation gegenübergestellt werden (Tab. 9).

Er verminderte sich bei 6 Patienten im Mittel um 5 % (1 - 13 %), bei 1 Patienten blieb er unverändert, bei einem hatte er um 3 % zugenommen.

Kosmetik	Änderung des VJ in %
gut	-9
befriedigend	-13
schlecht	-5 -2 -1 -1 0 +3

Tab. 9 Kosmet. Ergebnis im Vergleich zur Änderung des Vertebralindex (=VJ)

Die einzelnen Operationsmethoden brachten folgende Ergebnisse: (Tab. 10)

Bei den 5 Operationen nach HEGEMANN mittels Trichterbrustspangen hatten 4 Patienten ein schlechtes und 1 Patient ein befriedigendes Ergebnis; bei den 4 Operationen mit äußerer Fixation konnte 1 mal ein gutes, 2 mal ein befriedigendes und 1 mal ein schlechtes Resultat erreicht werden. Die Operation modifiziert nach BRUNNER führte zu einem schlechten kosmetischen Ergebnis.

Kosmetik	HEGEMANN	äußere Fixat.	BRUNNER mod.
gut	0	1	0
befriedigend	1	2	0
schlecht	4	1	1

Tab. 10 Operationsmethoden und deren Ergebnisse bei 10 Patienten

Das kosmetische Ergebnis ist nicht immer kongruent mit dem röntgenologischen (Tab. 11 Pat. 4 und 5). Hier liegt trotz einer Verbreiterung des Retrosternalraums um 3,1 cm bzw. 3,0 cm ein kosmetisch schlechtes Ergebnis vor; der Vertebralindex liegt immer noch im pathologischen Bereich (über 28 %). Durch die Operation ist zwar eine Vergrößerung des Retrosternalraums erreicht worden, es kam jedoch in beiden Fällen zu einem Rezidiv, das fast die Ausmaße des vor der Operation bestehenden Trichters erreichte. Hier scheinen Wachstumsprozesse eine Rolle zu spielen.

Pat.	Op. Methode	Op. Alter	Kosm.	NU Zeit	VJ % a. op.	VJ % p. op.	Reste raum+	Beschw. p. op.
1	äuß. Fix.	6/2	gut	9/8	32	23	4,6	-
2	"	9/4	befr.	8	-	-	-	-
3	"	11/5	befr.	7/11	-	-	-	-
4	"	5/8	schl.	7/7	27	26	3,1	-
5	HEGEM.	6	schl.	9/6	37	32	3,0	-
6	"	6/3	befr.	4/4	46	33	2,3	-
7	"	7/6	schl.	6/9	34	34	0,4	-
8	"	5	schl.	6/9	27	30	0,6	-
9	"	7	schl.	5/4	26	25	2,4	(+)
10	BRUNNER	3/2	schl.	9	33	31	1,6	-

Tab. 11 Übersicht über die von 1964 bis 1969 operierten Patienten

Resteraum+ = Vergrößerung d. Retrosternalraums;
NU-Zeit = Zeit zwischen Operation und Nachuntersuchung in Jahren/Monaten

Von den 10 Patienten konnten 6 eine Besserung ihrer körperlichen Leistungsfähigkeit feststellen; bei einem Patienten bestand eine immer noch eingeschränkte Vitalkapazität und eine geringe körperliche Ausdauer, sein Befinden hatte sich aber trotzdem gegenüber dem vor der Operation gebessert. Die restlichen 4 Patienten machten hinsichtlich ihrer körperlichen Leistungsänderung keine Angaben. Die von 3 Patienten vor der Operation geäußerten Beschwerden traten nachher nicht mehr auf.

Die Atemexkursion über den Mamillen betrug durchschnittlich 3,9 cm, über dem Rippenbogen 2,8 cm.

Die Anomalien bzw. Fehlhaltungen der Wirbelsäule konnte in 7 Fällen nach der Operation noch festgestellt werden. Es handelte sich in einem Fall um eine sehr starke idiopathische rechtskonvexe Skoliose der BWS, welche operativ korrigiert, aber nicht ganz beseitigt werden konnte. Trotzdem zeigte diese Patientin ein kosmetisch gutes Resultat, wenn auch durch die Skoliose der Retrokardialraum eingeengt und das Herz nach links verdrängt war. In den anderen Fällen bestanden 2 mal geringe Skoliosen, 3 mal eine gestreckte BWS und 1 mal ein Rundrücken bei sehr schlechter Körperhaltung und allgemeiner Muskelhypotonie. In einem Fall bestand eine Flachbrust.

Eine Einengung des Retrokardialraums konnte röntgenologisch bei 5 Patienten beobachtet werden; dabei lag bei 3 Patienten gleichzeitig ein schlechtes Ergebnis vor, bei einem ein befriedigendes; der 5. Fall ist die bereits erwähnte idiopathische Skoliose.

Eine Prominenz der Bauchdecken fand sich nur bei 1 Patienten, verbunden mit prominenten Rippenbögen.

Eine verstärkte Venenzeichnung über dem Operationsgebiet war in 6 von 10 Fällen auffällig.

Die Narbenverhältnisse waren in 7 Fällen reizlos und unauffällig; in 2 Fällen war die Narbe zwar verbreitert, aber reizlos, und nur in einem Fall bestanden breitflächige und runde Narbenabschnitte, die von Wundnekrosen herrührten.

Die körperliche Entwicklung anhand des Somatogramms zeigte in allen Fällen keine Abweichungen innerhalb der Normbereiche.

Eine psychische Änderung konnte nur in 1 Fall beobachtet werden.

II. Trichterbrustoperationen von 1969 bis 1972

Die Patienten von 1969 bis 1972 wurden ausschließlich nach einem modifizierten Verfahren von RAVITCH (1965) operiert. Dabei wurde folgendermaßen vorgegangen:

Als Zugang wählte man bei Mädchen einen submammären, wellenförmigen Hautschnitt, bei Buben erfolgt eine mediane senkrechte Inzision vom Jugulum über den Trichter bis zum oberen Abdomen. Die Muskulatur wird in Ausdehnung des Trichters abpräpariert, der Muskulus rectus abdominis

wird abgelöst. Die deformierten Knorpelansätze der Rippen werden incidiert, das Periost abgeschoben und subperichondral 1 - 2 cm reseziert; der Processus xiphoideus wird reseziert. Das Sternum wird am Trichterbeginn in der Lamina externa quer osteotomiert und von mediastinalen und substernalen Adhäsionen befreit, wobei es zu einer Eröffnung der Pleura kommen kann, die sofort atraumatisch verschlossen und in einigen Fällen mit einer Thoraxdrainage versorgt wird. Nun kann das Sternum aufgerichtet werden. Die Fixation erfolgt dadurch, daß man das Sternum auf den vorher durchtrennten Rippenknorpeln reiten läßt. Bei Bedarf kann durch eine U-Naht aus Draht an der Osteotomiestelle die Fixation unterstützt werden. Dann wird eine substernale Drainage und 2 Redondrainagen submuskulär eingelegt. Danach wird die Rektusmuskulatur am Sternum angeheftet und die Pektoralismuskulatur über dem Sternum zusammengenäht und die Wunde schichtweise verschlossen.

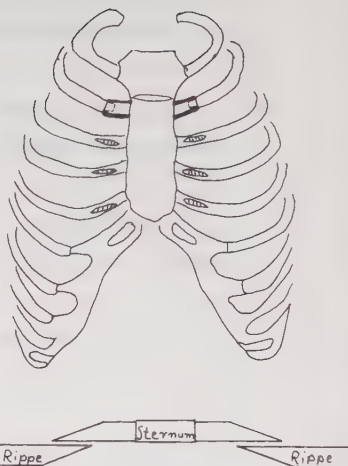


Abb. 25
Eigenes operatives Vorgehen modifiziert nach RAVITCH

Von den an der Klinik vorgestellten 40 Patienten wurden 37 operiert; der jüngste Patient war 1 1/2 Jahre, der älteste 16 Jahre zum Zeitpunkt der Operation.

Tab. 12 gibt eine Übersicht über das Operationsalter und die Geschlechtsverteilung bei 37 Patienten.

Alt. in LJ.	2.	3.+4.	5.+6.	7.+8.	9.+10.	12.+13.	14.+15.	16.+17.
♂	1	9	6	6	1	1	1	2
♀	0	2	1	3	1	1	1	1

Tab. 12 Operationsalter und Geschlechtsverteilung bei 37 Patienten; LJ= Lebensjahr

Eine Indikation zur operativen Korrektur wurde dann gesehen, wenn die Trichterbrust entweder ausgeprägt war oder von den Eltern bzw. Patienten als kosmetisch oder psychisch beeinträchtigend empfunden wurde.

Bei der Einteilung in Trichterbrusttypen wurde nach v. d. OELSNITZ (1973) vorgegangen:

- Typ I (symmetrisch-muldenförmiger Trichter): 5 Patienten
- Typ II (symmetrisch-tiefer Trichter): 28 Patienten
- Typ III (asymmetrisch-tiefer Trichter): 3 Patienten
- Typ IV (Mischform zwischen Kiel- und Trichterbrust): 1 Patient

Den größten Trichter fanden wir bei einem 5 1/2-jährigen Jungen mit 14 cm Länge, 8 cm Breite und 2,5 cm Tiefe, wobei das gesamte Sternum symmetrisch betroffen war.

Zu postoperativen Komplikationen kam es in 15 von 37 Fällen (Tab. 13); intraoperativ wurde bei 26 Patienten die Pleura eröffnet. Es kam zu keinem Todesfall.

Komplikation	Häufigkeit
Pneumonie	5 mal
Infektion der Luftwege	3 mal
Wunddehiszenz und Heilung p. s.	2 mal
Serom	3 mal
Fadenfistelnarben	1 mal
Verschattung d. Lunge	1 mal

Tab. 13 Postoperative
Komplikationen

Die stationäre Aufenthaltsdauer betrug im Durchschnitt 18 Tage, minimal 5 Tage, maximal 42 Tage; die lange Liegezeit trat jeweils in den Fällen mit postoperativen Komplikationen wie Pneumonie oder Nahtdehiszenz auf; das war bei 4 Patienten der Fall.

Nachuntersuchungsergebnisse 1969 - 1972

Von 37 operierten Patienten konnten 30 nachuntersucht werden. Die Nachuntersuchung wurde wie bereits oben beschrieben durchgeführt. Dabei konnte folgendes kosmetisches Ergebnis festgestellt werden (Tab. 14):

Kosmet. Ergebnis	Patientenzahl	%
gut	18	60
befriedigend	9	30
schlecht	3	10

Tab. 14 Kosmetisches Ergebnis
bei 30 Patienten

Wie bereits erwähnt, ist der kosmetische Erfolg zum einen von Trichtergröße und unmittelbarem postoperativen Ergebnis abhängig, zum anderen erlaubt eine relativ lange Zeit zwischen Operation und Nachuntersuchung die Annahme eines endgültigen Resultats.

Wie aus Tab. 15 hervorgeht, differiert die Zeit zwischen Operation und Nachuntersuchung zwischen 12 Monaten und 4 Jahren. Die Beziehung zwischen Erfolg und Nachuntersuchungszeit ist ebenfalls aus Tab. 15 ersichtlich.

Kosm. Erg.	Zeit zwischen Operation und Nachuntersuchung							Monate
	12	13-18	19-24	25-30	31-36	37-42	43-48	
gut	2	3	6	3	2	0	2	
befried.	1	5	0	1	1	1	0	
schlecht	0	0	0	1	0	0	2	
Summe	3	8	6	5	3	1	4	

Tab. 15 Kosmetisches Ergebnis in
Beziehung zur Zeit zwischen
Operation und Nachuntersuchung
in Monaten

Ab dem 2. postoperativen Jahr ist eine Verschlechterung des kosmetischen Resultats festzustellen (Abnahme der guten und Zunahme der schlechten Ergebnisse).

Die Abhängigkeit des kosmetischen Erfolgs vom Operationsalter zeigt folgendes Bild (Tab. 16):

Die besten Ergebnisse zeigen die Kinder, die zwischen dem 3. und 4. und dem 7. und 8. Lebensjahr operiert wurden. Weniger gut waren die Resultate bei den Patienten, die zwischen dem 5. und 6. Lebensjahr operiert wurden; bei den älteren Patienten (ab dem 10. Lebensjahr) zeichnet sich ebenfalls ein etwas schlechteres Ergebnis ab.

Kosm.	Op-Alter in Lebensjahren						
	3.+4.	5.+6.	7.+8.	9.+10.	12.+13.	14.+15.	16.+17.
gut	5	2	7	0	1	1	2
befr.	1	4	1	1	1	1	0
schl.	0	1	0	1	0	0	1

Tab. 16 Kosmetisches Ergebnis in
Verhältnis zum Operations-
alter

Von den 30 Patienten befanden sich 21 zum Zeitpunkt der Operation zwischen dem 3. und 8. Lebensjahr und nur 9 Patienten zwischen dem 9. und 17. Lebensjahr; bei der ersten Gruppe wurden bessere Ergebnisse erreicht.

Die Geschlechtsverteilung im nachuntersuchten Krankengut lag bei 21 Jungen zu 9 Mädchen (Tab. 17); die Ergebnisse waren nur geringfügig different.

Kosmetik	♂	♀
gut	13	5
befried.	6	3
schlecht	2	1

Tab. 17
Kosmetische Erfolge
bei Jungen und Mädchen

Bei 19 Patienten konnten alte Röntgenaufnahmen mit den bei der Nachuntersuchung angefertigten verglichen werden und der Sternum-Wirbelsäulen-Abstand (= Retrosternalraum) und der Vertebralindex (VJ) bestimmt werden. In jedem Fall konnte eine Zunahme des Retrosternalraums festgestellt werden (Tab. 18); die Verbreiterung schwankte zwischen 0,2 und 4,9 cm, im Durchschnitt konnte eine Vergrößerung des Retrosternalraumes um 2,6 cm erreicht werden.

Kosmetik	Verbreiterung in cm durchschnittlich
gut	3,1 cm
befriedigend	2,1 cm
schlecht	0,4 cm

Tab. 18 Durchschnittliche Verbreiterung
des Retrosternalraums in Beziehung
zum kosmetischen Erfolg

Im Durchschnitt korrelieren die kosmetischen Ergebnisse mit der Zunahme des Retrosternalraums; aus dem einzigen schlechten Ergebnis ist keine eindeutige Aussage möglich.

Der Vertebralindex (VJ) verminderte sich bei 19 Kindern in 16 Fällen um durchschnittlich 9 %; in 3 Fällen blieb er unverändert (Tab. 19 und Tab. 20). Zwischen guten und befriedigenden Ergebnissen besteht bezüglich der Verminderung des VJ kaum ein Unterschied, bei dem einzigen schlechten Ergebnis ist keine zuverlässige Aussage möglich (Tab. 19).

Kosm. Erg.	Zahl	VJ a. op.	VJ p. op.	VJ-Diff.	Retrostevergr.
gut	11	30,2%	22,1%	-8,1%	3,1 cm
befriedigend	7	35,7%	27,8%	-7,9%	2,1 cm
schlecht	1	23,0%	23,0%	0	0,4 cm

Tab. 19 Durchschnittliche Veränderung d.
VJ in % in Beziehung zum kosm.
Ergebnis und Retrosternalraumver-
größerung

Pat.	Op- Alt.	Kosm.	NU - Zeit	VJ % a. op.	VJ % p. op.	Reste raum+	Beschw. a. op.	Beschw. p. op.
1	6/6	gut	2/5	28	22	2,4	-	-
2	6/6	befr.	1/3	23	23	0,2	+	-
3	3/7	gut	2/0	40	24	4,9	-	-
4	4/3	gut	3/9	25	17	4,6	-	-
5	16/4	gut	1/7	35	27	2,5	+	-
6	7/4	gut	1/0	27	21	2,7	-	-
7	6/4	gut	1/3	33	27	1,0	-	-
8	3/7	gut	3/7	27	21	2,3	-	-
9	8/9	befr.	1/0	30	21	4,8	-	-
10	4/6	befr.	1/6	26	26	0,8	+	-
11	5/5	befr.	3/0	44	30	2,8	-	-
12	6/4	gut	3/0	36	23	3,9	-	-
13	6/10	befr.	2/8	25	20	2,9	-	-
14	5/11	gut	2/0	34	22	4,2	-	-
15	11/2	befr.	1/6	49	43	1,0	-	-
16	3/2	gut	1/5	22	17	2,8	-	-
17	10/0	schl.	4/1	23	23	0,4	+	+
18	4/2	befr.	1/6	53	32	2,6	-	-
19	7/10	gut	2/7	25	22	2,0	-	-

Tab. 20

Erläuterung zu Tab. 20

Gesamtübersicht der 19 röntgenologisch kontrollierten Patienten
 NU-Zeit = Zeit zwischen Op. und Nachuntersuchung
 Resterraum+ = postoperative Verbreiterung des Retrosternalraums
 NU-Zeit = Zeit zwischen Op. und Nachuntersuchung Jahr/+Monate

Bei allen 40 nachuntersuchten Kindern beider Gruppen wurde die Atemexkursion in Höhe der Mamillen und über den Rippenbögen bestimmt und mit 35 skelettnormalgestalteten Kindern verglichen (Tab. 21). Die Werte in Tab. 21 sind Durchschnittswerte der Kinder in den jeweiligen Altersgruppen in cm.

Operierte Kinder					Kontrollgruppe				
									
Alt. i. J.	Exkurs.		Exkurs.		Alt. i. J.	Exkurs.		Exkurs.	
	Mam.	Rip.	Mam.	Rip.		Mam.	Rip.	Mam.	Rip.
4-8	2,7	2,3	2,0	2,0	4-8	3,5	2,7	3,5	3,0
8-12	2,7	1,8	3,5	2,5	8-12	3,7	1,9	3,7	3,0
12-14	3,0	3,0	3,0	2,2	12-14	4,1	3,2	-	-
14-19	4,3	3,7	2,7	2,3					

Gesamtdurchschnitt ohne 14 - 19-Jährige :

Operierte Kinder				Kontrollgruppe			
♂		♀		♂		♀	
2,8	2,4	2,8	2,3	3,8	2,6	3,6	3,0

Tab. 21 Durchschnittswerte der Atemexkursion von 40 Patienten und 35 Kontrollkindern

Aus obiger Tabelle geht hervor, daß die Atembeweglichkeit des Brustkorbs bei den operierten Kindern im Vergleich mit skelettgesunden eingeschränkt ist, über den Mamillen stärker wie über den Rippenbögen. Bei Mädchen scheint die Einschränkung etwas größer.

Eine funktionelle Besserung konnte auf Befragen der Eltern bzw. der Patienten in 13 von 30 Fällen angegeben werden. Hier handelte es sich vor allem um eine deutliche Verbesserung der körperlichen Ausdauer und Leistungsfähigkeit (6 Fälle); ansonsten wurde vor allem eine verstärkte Resistenz gegenüber Erkältungskrankheiten festgestellt. Eine Appetitsteigerung konnten 2 Patienten beobachten; sämtliche vor der Operation bestehenden Atembeschwerden konnten beseitigt werden, die von 4 Patienten geklagten Beschwerden in Form von Kurzatmigkeit, Müdigkeit und gelegentlichem Bruststechen wurden durch die Operation restlos beseitigt. Die bei einem 14-jährigen Mädchen schon vor der Operation bestehenden Anfälle von Bewußtlosigkeit traten auch nach der Operation wieder auf; ein Vitium cordis konnte ausgeschlossen werden; bei ihr kam es nach 4 Jahren zu einem Rezidiv und einem schlechten kosmetischen Ergebnis (Tab. 20 Pat. 17).

Auffällig war bei vielen Kindern eine schlechte Haltung bzw. eine Deformität der Wirbelsäule, die auch durch die Operation nicht entscheidend gebessert werden konnte. In 5 Fällen lag eine ausgesprochen schlechte Körperhaltung vor, so daß durch die hängenden Schultern und den Rundrücken der Eindruck einer Trichterbrust noch verstärkt wurde; bei normaler Haltung war die Deformität wesentlich geringer. In weiteren 7 Fällen war die physiologische Krümmung der Wirbelsäule

aufgehoben, so daß eine eventuell bestehende Flachbrust noch verstärkt wurde. Eine Skoliose konnte nur bei 2 Patienten festgestellt werden; ein Faßthorax war bei 2 Patienten zu beobachten. Bei 5 Patienten bestand eine Einengung des Retrokardialraums, das Herz war aber nur in 2 Fällen nach links verlagert. Eine ausgeprägte Flachbrust bestand nur in einem Fall.

Von rein kosmetischer Bedeutung war die verstärkte Venenzeichnung, die in 14 Fällen auffällig war und sich mehr oder weniger über das gesamte Operationsgebiet erstreckte. Es konnten einzelne, verbreiterte oberflächliche Hautvenen beobachtet werden, oder aber dünne, zahlreiche kleine Venen, so daß die vordere Brustwand einen leichten bläulichen Schimmer erhielt.

Weiterhin konnte bei 9 Patienten eine mehr oder weniger starke Vorwölbung des Abdomens gesehen werden, in 6 Fällen lag dabei gleichzeitig eine Fehlhaltung der Wirbelsäule vor. In 3 Fällen konnte eine ausgesprochene Hypotonie der Bauchdecken festgestellt werden.

Das Aussehen der Narbe wurde bereits bei der Feststellung des kosmetischen Ergebnisses berücksichtigt. In 4 Fällen waren die Narben keloidartig entartet, 2 mal bei einem submammären Hautschnitt und 2 mal bei einem Längsschnitt. In 3 weiteren Fällen war die Narbe verdickt und leicht erhaben, in 9 Fällen verbreitert, aber reizlos und flach; in den restlichen 14 Fällen waren die Narbenverhältnisse vollkommen reizlos und strichförmig.

Da bei der Indikationsstellung auch der psychisch-kosmetische Aspekt der Trichterbrust berücksichtigt wurde, wurde bei der Nachuntersuchung eine eventuelle Veränderung im Verhalten der Patienten von den Eltern erfragt. So gaben in 11 Fällen die Eltern an, daß die Kinder nun keine Hemmungen mehr hätten, sich vor Klassenkameraden umzuziehen oder in Schwimmbäder zu gehen. Bei einigen Kindern fiel eine verstärkte Unternehmungslust auf, sie waren aufgeweckter und lebendiger. Nur ein Patient, bei dem ein geringes Rezidiv bestand, gab auf Befragen an, daß er sich immer noch schäme und deshalb nur selten zum Schwimmen gehe.

Die körperliche Entwicklung anhand des Somatogramms war bei allen Patienten innerhalb der Norm. 22 der 30 Patienten hatten normale Werte innerhalb der Schwankungsbreite, bei den restlichen 8 bestanden leichte Abweichungen in der Größe nach oben und im Gewicht nach oben und unten innerhalb des Sigmabereichs.

3. Vergleich und Diskussion

Die beiden nachuntersuchten Patientengruppen dürfen in ihren funktionellen und kosmetischen Ergebnissen nicht unmittelbar miteinander verglichen werden.

Das Nachuntersuchungsergebnis einer Trichterbrustoperation hängt zum einen davon ab, welche Operationsmethode zur Anwendung kam, welcher Trichterbrusttyp vorlag und in welchem Alter operiert wurde; zum anderen ist es davon abhängig, wieviel Zeit zwischen Operation und Nachuntersuchung verstrichen ist. Im allgemeinen kann man von Späterergebnissen erst dann sprechen, wenn mindestens 3 Jahre oder mehr seit der Operation vergangen sind (v. d. OELSNITZ 1973).

MOGHISSI (1964) stellte bei seinen Nachuntersuchungen fest, daß eine Regression etwa im 4. bis 5. Jahr nach der Operation beginne, langsam fortschreite und daß erst nach 7 bis 8 Jahren von endgültigen Ergebnissen gesprochen werden dürfte. Nach SELING et al (1971) ist der endgültige Zustand der Thoraxwand erst nach Abschluß des Wachstumsalters erreicht, während bei Erwachsenen bereits nach 1 Jahr der Endzustand bestehe.

Mit einer Nachuntersuchungszeit zwischen 4 und 9 Jahren liegen die Operationen zwischen 1964 und 1969 soweit zurück, daß hier echte Spätresultate vorliegen. Sie sind, den Erwartungen MOGHISSI's entsprechend, auch dementsprechend schlecht. In 6 von 10 Fällen mußte ein kosmetisch schlechtes Ergebnis festgestellt werden (= Rezidiv).

Dies entspräche einer Rezidivquote von 60 %, wenn man bei diesen geringen Zahlen eine Prozentangabe machen darf.

Erstaunlich ist jedoch die Tatsache, daß die relativ besten Ergebnisse mit einer Operationsmethode erreicht wurden, der eigentlich in der Literatur die schlechtesten Resultate nachgesagt werden, nämlich der Extensionsmethode mittels äußerer Fixation. Von den 4 Operationen, die mit dieser Methode durchgeführt wurden, konnte einmal ein gutes, zweimal ein befriedigendes und nur einmal ein schlechtes Ergebnis erreicht werden. Die 5 Operationen mittels intrasternaler Fixation durch eine Sulamaaspange nach HEGEMANN dagegen brachten nur ein befriedigendes Ergebnis, während die restlichen 4 alle schlecht ausfielen.

Bei allen 10 Patienten lag eine Trichterbrust nach Typ II (symmetrisch tiefer Trichter) vor, die Voraussetzungen waren also die gleichen.

Das Operationsalter lag bei den 10 Kindern zwischen dem 3. und 12. Lebensjahr (Tab. 7). 5 schlechte Ergebnisse wurden bei den Kindern erreicht, die zwischen dem 6. und 8. Lebensjahr operiert wurden; ein Kind mit schlechtem kosmetischem Ergebnis wurde im 4. Lebensjahr operiert. Die beiden ältesten Kinder, die im 10. und 12. Lebensjahr operiert wurden, hatten ein befriedigendes Ergebnis; das einzige gute Ergebnis wurde bei einem Alter von 6 Jahren erreicht. Trotz des geringen Krankengutes scheint die Gruppe der Kinder mit einer Operation zwischen dem 6. und 8. Lebensjahr die schlechteren Resultate vorzuweisen, wobei zusätzlich bei der Methode nach HEGEMANN die schlechten Ergebnisse überwiegen.

Unter Berücksichtigung der Zeit zwischen Operation und Nachuntersuchung zeigt sich, daß bei beiden Kindern mit Operation im 10. und 12. Lebensjahr die Operation mit jeweils 9 Jahren am längsten zurücklag und jeweils befriedigende Ergebnisse erreicht wurden; bei den schlechten Ergebnissen lag die Operation zwischen 5 und 9 Jahren zurück. Eine Verschlechterung dürfte in keinem der Fälle zu erwarten sein. Unter Berücksichtigung von Operationsmethode, Operationsalter und Zeit zwischen Operation und Nachuntersuchung kann somit festgestellt werden, daß das Operationsalter zwischen dem 6. und 8. Lebensjahr die schlechtesten Ergebnisse brachte, wobei nach der Methode nach HEGEMANN durchwegs schlechtere Ergebnisse erreicht wurden wie bei den Operationen mittels äußerer Fixation.

Untersucht man die Ergebnisse der 30 nachuntersuchten Patienten, welche nach dem modifizierten Verfahren von RAVITCH 1969 bis 1972 operiert wurden, so liegen die kosmetischen Resultate mit 60 % guten, 30 % befriedigenden und nur 10 % schlechten (= Rezidiven) Ergebnissen im Durchschnitt über den in der Literatur angegebenen Resultaten. Selbstverständlich sind die vorliegenden Resultate dieser Gruppe keine Spätergebnisse im eigentlichen Sinne; zu diesen können höchstens die 4 Fälle gezählt werden, deren Operation zwischen 43 und 48 Monaten zurücklag und bei denen 2 gute und 2 schlechte Ergebnisse erreicht wurden. Da jedoch der Großteil der Literatur als Nachuntersuchungszeitraum im wesentlichen auch nicht mehr als 4 Jahre überblickt, können die vorliegenden Ergebnisse durchaus mit denen anderer Autoren verglichen werden.

Bei dem kleinen Krankengut von nur 30 Fällen Prozentangaben zu machen, hat eigentlich keine Richtigkeit; da diese sich zu Vergleichszwecken aber besser eignen und von Autoren ebenfalls bei kleinen Patientenzahlen benützt werden, werden sie auch hier angewandt.

Obwohl v. d. OELS NITZ (1973) vor der Operation muldenförmiger Trichter warnt, ergaben die operativen Korrekturen bei den 3 Kindern des Typ I durchwegs kosmetisch gute Ergebnisse. Bei den Patienten des Typ II gab es 14 gute, 6 befriedigende und 3 schlechte Ergebnisse, wobei bei den 3 schlechten jeweils sehr starke Exkavationen vorlagen. Beim Typ III konnten 1 gutes und 2 befriedigende Ergebnisse erreicht werden, während der einzige Fall von Typ IV ein befriedigendes kosmetisches Ergebnis ergab.

Die Abhängigkeit des Operationsergebnisses vom Alter wurde bereits in Tab. 16 dargestellt. 21 der 30 Patienten wurden zwischen dem 3. und 8. Lebensjahr operiert, die restlichen 9 Patienten zwischen dem 9. und 15. Lebensjahr. Vergleicht man die kosmetischen Ergebnisse beider Gruppen, so ist in der ersten Gruppe ein durchschnittlich besseres Ergebnis erreicht worden (14mal gut, 6mal befriedigend, 1mal schlecht) wie in der 2. Gruppe (4mal gut, 3mal befriedigend, 2mal schlecht).

Untersucht man die erste Gruppe näher, so weisen die Patienten bessere Ergebnisse auf, welche zwischen dem 3. und 4. und dem 7. und 8. Lebensjahr operiert wurden (5mal gut, 1mal befriedigend bzw. 7mal gut, 1mal befrie-

digend) als die Patienten, welche zwischen dem 5. und 6. Lebensjahr operiert wurden (2mal gut, 4mal befriedigend, 1mal schlecht). Untersucht man in diesen 3 Untergruppen jetzt die Zeit, die zwischen Operation und Nachuntersuchung lag, so ergibt sich bei den Kindern, welche im 3. und 4. Lebensjahr operiert wurden, ein Zeitraum von durchschnittlich 27 Monaten, bei den im 5. und 6. Lebensjahr operierten im Durchschnitt 30 Monate und bei den im 7. und 8. Lebensjahr operierten Patienten ein Zeitraum von durchschnittlich 21 Monaten. In der 2. Gruppe betrug die Zeit zwischen Operation und Nachuntersuchung durchschnittlich 24 Monate.

Es erhebt sich nun die Frage, ob man dieser Differenz von maximal 9 Monaten die schlechteren Ergebnisse anlasten darf oder ob andere Faktoren noch eine Rolle gespielt haben. Um diese Frage zu klären, wäre eine konstante Überwachung der Trichterbrustpatienten notwendig, denn dadurch wäre es möglich, den Zeitpunkt des Rezidivbeginns festzustellen. Der Rezidivbeginn ist um so schwerer zu präzisieren, je weiter die Nachuntersuchung vom Operationstag entfernt ist; denn ein Kind, das z. B. nach 8 Jahren kontrolliert wird und ein Rezidiv zeigt, kann dieses bereits 2 Jahre p. op., aber auch erst im 7. postoperativen Jahr entwickelt haben.

Manche Autoren geben 2 Nachuntersuchungstermine an (WILLITAL 1970), wobei der 1. Nachuntersuchungstermin jedoch zu kurz hinter der Operation liegt (meist ein Jahr, diese Zeitspanne ergibt sich aus der notwendigen

Bügelentfernung), um eine Rezidivierung sichtbar werden zu lassen. Der 2. Nachuntersuchungstermin liegt dann meist 4 oder 5 Jahre später, jetzt ist die Verschlechterung zwar eingetreten, eine Aussage über Beginn und Verlauf der Rezidivierung kann damit jedoch nicht vollzogen werden.

Von unseren 30 nachuntersuchten Kindern konnten 11 zwischen Operation und der dieser Arbeit zugrundeliegenden Nachuntersuchung einer Kontrolle unterzogen werden. Bei 6 Patienten ergab sich seitdem keine Veränderung, bei 5 Patienten war eine Verschlechterung eingetreten. Diese betraf die 3 Patienten, welche jetzt ein endgültig schlechtes Ergebnis vorwiesen, die Rezidivbildung hatte in 2 Fällen bereits 1 Jahr p. op. begonnen, in dem anderen Fall war das unmittelbare postoperative Ergebnis bereits nur mäßig gewesen (es handelte sich hier um einen 15-jährigen Jungen mit glockenförmigem, im Sternalbereich tief eingezogenen Thorax und stark prominenten Rippenbögen). In den beiden anderen Fällen war das unmittelbare postoperative Resultat gut, es trat aber nach 1 bzw. 2 Jahren eine Verschlechterung ein; beide Patienten bieten jetzt ein befriedigendes kosmetisches Ergebnis.

In unserem Krankengut treten schlechte Ergebnisse erst nach einer postoperativen Zeit von 2 Jahren auf; anscheinend ist dieser Zeitraum zur Manifestation notwendig. Die 13 Patienten, deren Operation mehr als 2 Jahre zurücklag, hatten 7 gute, 3 befriedigende und 3 schlechte Ergebnisse, während bei den Patienten mit einem Nach-

untersuchungszeitraum unter 2 Jahren 11 gute und 6 befriedigende Ergebnisse erreicht werden konnten.

Man kann also feststellen, daß einmal die besten Operationsergebnisse zwischen dem 7. und 8. Lebensjahr erreicht wurden, daß in dieser Gruppe aber gleichzeitig der Nachuntersuchungszeitraum weniger als durchschnittlich 2 Jahre betrug. Daß dieser eine Rolle spielt, geht daraus hervor, daß sämtliche schlechten Ergebnisse erst nach mehr als 2 Jahren nach der Operation auftraten.

Bei unseren Patienten konnte bezüglich des Geschlechts und des kosmetischen Ergebnisses kein signifikanter Unterschied festgestellt werden; bis jetzt sind auch in der Literatur keine diesbezüglichen Differenzen sichtbar geworden.

Bei den Kindern, die vor der Operation Beschwerden äußerten (Tab. 20), traten nur in 1 Fall auch nach der Operation noch solche auf. Es handelte sich hier um ein 14-jähriges Mädchen mit schlechtem kosmetischem Ergebnis, das einen Trichter von 14 x 7 x 3 cm hatte und vor der Operation an Atembeschwerden und kurzzeitig auftretender Bewußtlosigkeit litt; diese Ohnmachtsanfälle traten noch 3 Jahre nach der Operation auf, erst im 4. Jahr p. op. kamen solche Anfälle nicht mehr vor. Durch cardiologische Untersuchungen konnte ein Vitium cordis ausgeschlossen werden. Eine Rezidivoperation wurde den Eltern der Patientin zur Entscheidung überlassen.

In allen anderen Fällen waren die vorher geäußerten Beschwerden nach der Operation alle verschwunden; eine Verschlechterung trat in keinem Fall auf. Auch die 2 Patienten, welche ein kosmetisch schlechtes Ergebnis hatten, klagten über keinerlei Beschwerden und fühlten sich voll leistungsfähig. Eine Leistungssteigerung konnten 13 von 30 Patienten feststellen. Damit stimmen diese Ergebnisse mit denen der Literatur überein. Diese Leistungssteigerung ist letztlich auch mit darauf zurückzuführen, daß der Retrosternalraum, gemessen von der Sternumhinterkante bis zum ventralen Wirbelkörperend, um durchschnittlich 2,6 cm vergrößert werden konnte. Dadurch erhalten die Thoraxorgane mehr Platz, das Herz ist nicht mehr einem verstärkten Druck ausgesetzt und die Lungen können sich besser entfalten.

Wie aus Tabelle 20 ersichtlich, korrelieren im Durchschnitt die kosmetischen Ergebnisse mit der Zunahme des Retrosternalraums; aus dem einzigen schlechten Ergebnis ist keine eindeutige Aussage möglich. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, daß auch das Wachstum des Kindes allein zu einer Verbreiterung des Retrosternalraums führt. In der Zeit zwischen Operation und Nachuntersuchung ist das Wachstum des Kindes nicht stehen geblieben; der sagittale Thoraxdurchmesser nimmt in dieser Zeit um einen bestimmten Faktor x zu. Wenn man nun das Verhältnis von sagittalem Thoraxdurchmesser zur Wirbelbreite vor und nach der Operation betrachtet, so hat man mit der Größe der Wirbelbreite einen Faktor, der zugleich das Wachstum widerspiegelt. Wenn man davon ausgeht, daß sich das Wachstum kontinuierlich bei allen

Skelettanteilen fortsetzt und somit auch der Innenraum des Thorax im gleichen Verhältnis zunimmt wie die Breite des Wirbelkörpers, hätte man mit der Zunahme der Wirbelkörperbreite den Anteil an der Vergrößerung des Retrosternalraums, der durch das Wachstum bedingt ist. Zieht man diese Wachstumszunahme, in Prozent ausgedrückt, von der gesamten Verbreiterung des Retrosternalraums ab, hätte man den effektiv durch die Operation gewonnenen Zuwachs des Retrosternalraums:

100 % = gesamte Verbreiterung des Retrosternalraums

-x% = entsprechende Verbreiterung durch Wachstum

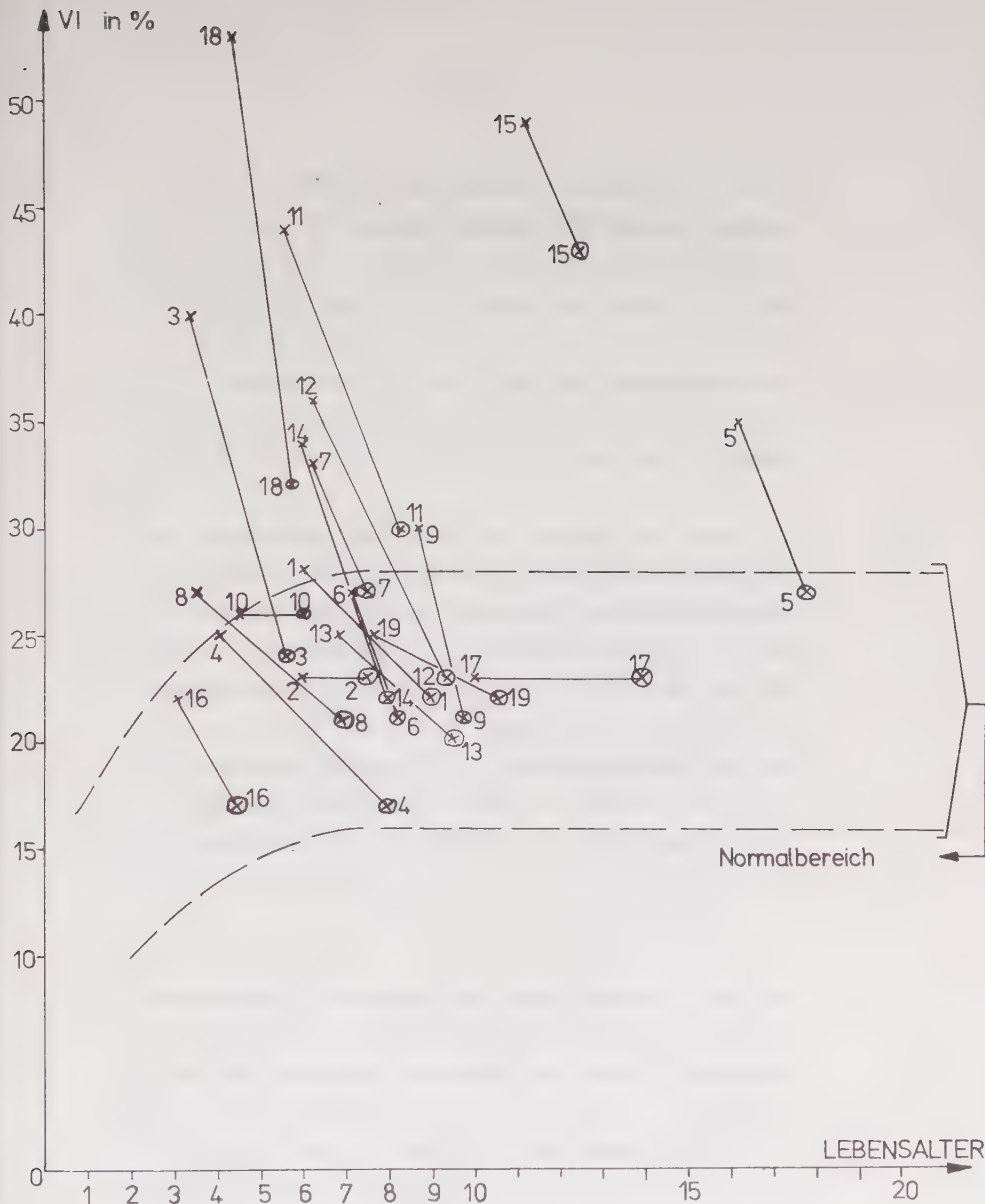
100%-x% = effektive, durch Operation erreichte Verbreiterung.

ZELTNER (1913) schreibt, daß mit spätestens 2 Jahren die Umformung des Säuglingsthorax in die spätere Gestalt im Prinzip vollendet sei; bis zum Beginn der Pubertät zeige das Thoraxwachstum ein äußerst gleichförmiges Bild. Mit Beginn der Pubertät komme es zu einem beträchtlichen Auswachsen des Sternums und dann zu einer gewaltigen Entfaltung des Thorax in die Breite. Damit macht er keine eindeutigen Aussagen über das proportionale Wachstum des Thorax, man kann seiner Arbeit jedoch entnehmen, daß mit einem Längenwachstum gleichzeitig oder mit geringer Verzögerung die Volumenzunahme des Thorax einsetzt.

Diese Überlegungen dürften zumindest zum Teil die Zunahme des Retrosternalraums auch in den Fällen erklären, bei denen ein ausgeprägtes Rezidiv röntgenologisch und per Aspekt festgestellt werden konnte. Dies wird vor allem bei den Patienten deutlich, die 1964 bis 1969 operiert wurden und deren durchschnittliche Verbreiterung trotz der schlechten Ergebnisse 1,85 cm betrug.

Auch der Vertebralindex vor und nach der Operation läßt keinen eindeutigen Schluß auf den Distanzgewinn zwischen Sternum und Wirbelkörper zu. Daß trotz einer nur geringen Verminderung des Vertebralindex eine relativ große Zunahme des Retrosternalraums in einigen Fällen der Tab. 19 festzustellen ist, beruht in diesen Fällen wohl auch auf dem Wachstum. So ergibt sich z. B. bei Fall 9 trotz einer Verminderung des Vertebralindex von 26 auf 25 % eine wesentlich größere Zunahme des Retrosternalraums, als durch die Aussage des VJ zu erwarten wäre. Da bei der Berechnung des Vertebralindex die Wirbelkörperbreite als eine der Bemessungsgrundlagen herangezogen wird, und die Wirbelkörperbreite mit dem Wachstum zunimmt, kann der Vertebralindex vor und nach der Operation relativ konstant bleiben, während sich der Retrosternalraum um ein beträchtliches (im Fall 4 um 2,4 cm) vergrößert hat.

Wie aus Tab. 20 und Graphik 2 ersichtlich, konnte der Vertebralindex bei 19 untersuchten Kindern in 16 Fällen gesenkt werden, in 3 Fällen blieb er unverändert. Wenn man einen Vertebralindex von 28 % als obere Grenze der Norm betrachtet, so lagen 10 Patienten vor der Operation an dieser Grenze oder darüber, während die restlichen 9 Patienten im Bereich zwischen 22 und 28 % lagen (Graphik 2). Von den 10 Patienten, die über dem Normbereich lagen, fielen 7 Patienten in den Normbereich zurück, während die restlichen 3 zwar eine deutliche Verminderung zeigten, aber trotzdem über der 28%-Grenze blieben; der Retrosternalraum konnte jedoch bei



Graphik 2

Vertebratindex (VI) von 19 Patienten vor der Operation und bei der Nachuntersuchung.

x = VI vor Operation

⊗ = VI bei Nachuntersuchung

1 = Patientennummer (s.Tab.20)

einem befriedigenden kosmetischen Ergebnis in diesen 3 Fällen beträchtlich vergrößert werden. (Graphik 2)

Bei den 9 Fällen, bei denen der VJ vor der Operation zwischen 22 und 28 % lag, konnte in 6 Fällen eine Verminderung erreicht werden, in 3 Fällen blieb er unverändert; hier war das kosmetische Ergebnis 2mal befriedigend und 1mal schlecht.

Ein Vergleich zwischen Abnahme des Vertebralindex und Zunahme des Retrosternalraums bei 19 Patienten geht ebenfalls aus Tab. 20 hervor. Hier wird sichtbar, daß VJ und Retrosternalraumvergrößerung nicht immer korrelieren; die Gründe hierfür sind bereits oben dargelegt.

Um das Gesamtergebnis einer Trichterbrustoperation beurteilen zu können, dürfen also einzelne Parameter nicht getrennt betrachtet werden, sondern sie müssen zusammen verglichen werden, um ein objektives Bild des Operationsergebnisses zu erhalten.

Aus der Gruppe mit den befriedigenden kosmetischen Ergebnissen geht hervor, daß der Retrosternalraumzuwachs kleiner war als bei der Gruppe mit guten kosmetischen Ergebnissen. Da jedoch bei beiden Gruppen der VJ um annähernd 8 % gesenkt werden konnte, ergibt sich bei der Gruppe mit kosmetisch befriedigenden Ergebnissen zwangsläufig ein röntgenologisch schlechteres Resultat, was sich auch in der Kosmetik widerspiegelt. Die größte Verbreiterung des Retrosternalraums konnte bei Patienten mit einem Operationsalter zwischen dem 5. und 6. Lebensjahr

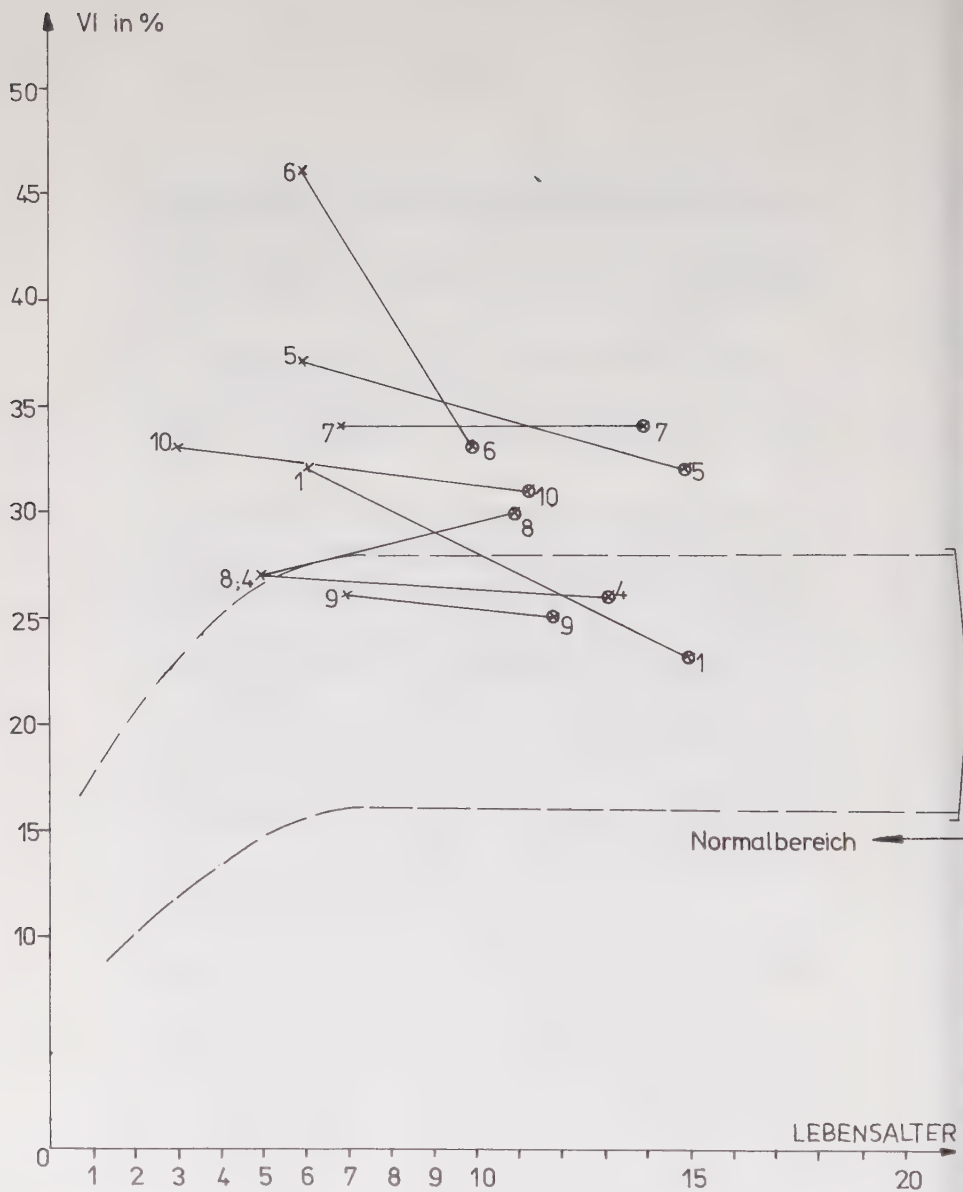
erreicht werden (Tab. 20); hier war auch der VJ am größten und konnte durch die Operation am besten reduziert werden; das kosmetische Ergebnis zeigt keine Konkordanz.

Die zweitbeste Gruppe liegt bei einem Operationsalter zwischen dem 3. und 4. Lebensjahr bei ebenfalls großem Vertebralindex und relativ großer Verminderung.

Als 3. Gruppe folgt das Operationsalter zwischen dem 7. und 8. Lebensjahr; hier liegen zwar bessere kosmetische Ergebnisse vor, aber Vertebralindex wie auch Retrosternalraum konnten nicht so deutlich verbessert werden wie in den beiden ersten Gruppen. Somit hat es den Anschein, daß Patienten mit einem großen VJ ein besseres operatives Ergebnis zeigen wie Patienten mit einem niederen (unter 28%), jedenfalls spricht das röntgenologische Resultat für diese Annahme. Eine eindeutige Beziehung zum kosmetischen Ergebnis läßt sich nicht feststellen.

Die Auswirkung der Zeit zwischen Operation und Nachuntersuchung auf den Vertebralindex wird dadurch ersichtlich, daß bei einem Nachuntersuchungszeitraum von durchschnittlich 7,7 Jahren bei dem Patientengut von 1964 bis 1969 eine wesentlich geringere Abnahme des VJ resultiert (Graphik 1) wie bei den von 1969 bis 1972 operierten Patienten, die zwischen dem 7. und 8. Lebensjahr operiert wurden.

Bei dem Vergleich der Atemexkursion der operierten Kinder mit einer Kontrollgruppe (Tab. 21) geht hervor, daß die operierten Kinder eine Verminderung der Atem-



Graphik 1

Vertebralindex (VI) von 8 Patienten vor der Operation und bei der Nachuntersuchung.

x = VI vor Operation

⊗ = VI bei Nachuntersuchung

1 = Patientennummer (s.Tab.11)

exkursion um durchschnittlich 1 cm aufweisen, wobei die Exkursion über den Mamillen stärker eingeschränkt war als die über dem Rippenbogen; Mädchen zeigen bei der Exkursion über dem Rippenbogen größere Differenzen als Jungen.

Die stationäre Aufenthaltsdauer der 1964 - 1969 operierten Kinder betrug im Durchschnitt 36 Tage; bei den 1969 bis 1972 operierten Kindern betrug sie im Durchschnitt nur 18 Tage. Somit zeigt die intrasternale Fixation modifiziert nach RAVITCH eine deutliche Verkürzung der Liegezeit gegenüber den anderen Methoden. Soweit darüber in der Literatur Angaben bestehen (WILLITAL 1970), (HARTL 1967), v. d. OELSNITZ (1973), korreliert die stationäre Aufenthaltsdauer der 1969 bis 1972 Operierten mit den Literaturergebnissen.

Die Komplikationen (Tab. 13) liegen unseres Erachtens unter denen anderer Autoren (HARTL 1967) u. a.

Die kosmetischen Ergebnisse der nach dem modifizierten Verfahren nach RAVITCH operierten Gruppe liegen mit 60 % guten, 30 % befriedigenden und 10 % Rezidiven gleichauf mit denen anderer neuerer Operationsmethoden; hier deckt sich auch der Nachuntersuchungszeitraum unseres Krankengutes von 1 bis 4 Jahren mit dem der Literaturangaben.

Während als Operationsindikation von einigen Autoren die kosmetische Beeinträchtigung einer Trichterbrust abgelehnt wird, sehen wir in der psychischen Belastung,

die ohne jeden Zweifel bei jedem Trichterbrustpatienten besteht, ebenso eine Indikation zur Operation wie bei funktionellen Beeinträchtigungen.

Wie auch andere Autoren (SELING et al 1970/71, KUNZ et al 1965) sind auch wir der Ansicht, daß der operativen Nachbehandlung in Form von Gymnastik oder anderem körperlichen Training große Bedeutung zukommt. Wir empfehlen vor allem Schwimmen, und zwar Brustschwimmen, da hierdurch vor allem die Brustmuskulatur gekräftigt wird und eine bessere Haltung erzielt werden kann.

Teil II

Übrige Thoraxwanddefekte

1. Literaturstudium

Unter den übrigen Thoraxwanddefekten sollen hier Sternumspalten, Rippenmißbildungen und die Kielbrust behandelt werden. Da diese Mißbildungen im Vergleich zur Trichterbrust relativ selten auftreten, beschränkt sich die Literatur meist auf einzelne Fallbeschreibungen.

Ätiologie und Pathogenese

Sternalspalten können partiell oder total auftreten; liegt eine partielle Sternalspalte vor, ist eine kraniale Sternumspalte weitaus häufiger als eine kaudale, was entwicklungsgeschichtlich erklärt werden kann (EIJGELAAR 1970). Bei Sternumspalten besteht die übereinstimmende Auffassung, daß es sich um eine Hemmungsmißbildung handelt (WISCHNACK 1970), deren Ursache jedoch noch nicht endgültig geklärt ist. Diskutiert werden bei den Sternalspalten einerseits das Fehlen paramedianen mesenchymalen Gewebes, andererseits eine verminderte Wachstumsbereitschaft der primordialen Strukturen nach ventral. Vor allem die Spaltbildungen des Sternums sind oft mit anderen Hemmungsmißbildungen im Bereich der Bauchwand verbunden (HELBIG 1963).

Rippenmißbildungen treten meist isoliert auf und kommen gewöhnlich nicht mit anderen Mißbildungen vor (RAVITCH 1966). Es handelt sich entweder um Rippen-dysplasien und -aplasien oder Mißbildungen im Sinne einer Gabelrippe oder Verschmelzungsrippe. Als Ursache der Mißbildungen liegt meist ein Fehlen der Rippenanlage selbst oder aber eine Störung im Wachstumsprozeß des embryonalen Rippenfortsatzes vor (ASP u. SULAMAA 1959).

Die Kielbrust, die im Gegensatz zur Trichterbrust sehr viel seltener auftritt (LAM und TABER 1971), kann nach BRODKIN (1958) in 2 Erscheinungsformen eingeteilt werden:

1. sog. "chondromanubrial prominence", d.h. eine Protrusion des Manubriums und meist der 1. und 2. Rippenknorpel, zusätzlich meist ein nach hinten eingesunkener Schwertfortsatz.
2. sog. "chondrogladiolar prominence", d.h. Prominenz des Manubrioxiphoidalgelenkes sowie der angrenzenden Rippen; diese Form kann eventuell mit einer Trichterbrust kombiniert sein.

Als Ursache sieht BRODKIN (1958) abnorme, unausgeglichen Kontraktionen eines abnorm entwickelten Zwerchfells. LESTER (1953) sieht die Ursache in einem überschießenden Wachstum der Rippen; tritt es einseitig auf, so entsteht eine asymmetrische Kielbrust, bei beidseitigem protrahiertem Wachstum kommt es zu einer symmetrischen Verwölbung des Sternums und der angrenzenden Rippen. Hält zusätzlich das Sternum mit der Entwicklung nicht Schritt, so wird das untere Ende des

Sternums und das Xiphoid retrahiert, so daß ein s-förmig, verändertes Brustbein entsteht, und damit ein Mischtyp zwischen Trichter- und Kielbrust.

Klinik

Im Gegensatz zu Rippenmißbildungen oder Sternalspalten, die bereits bei Geburt vorliegen, tritt nach ASP und SULAMAA (1959) eine Kielbrust erst zwischen dem 2. und 4. Lebensjahr in Erscheinung; LESTER (1953) ist ebenfalls dieser Ansicht und untermauert sie durch seine Wachstumstheorie.

Bei allen Formen der Rippendys- und -aplasie wie auch bei Sternalspalten steht klinisch die paradoxe Atmung und die damit einhergehende Auswirkung im Vordergrund (HECKER u. DAUM 1964). So klagen die Patienten über kardiorespiratorische Störungen mit Dyspnoe oder leiden unter chronischer Bronchitis oder wiederholt auftretenden Infekten des Respirationstraktes (LESTER 1953). Bei Fehlen mehrerer Rippen kann es sogar zur ausgeprägten peripheren und zentralen Cyanose kommen. Durch mangelnde Thoraxstabilität kann eine Fehlhaltung entstehen, die sich schließlich als bleibende Veränderung im Sinne einer Skoliose der Wirbelsäule äußert, die ihrerseits wieder klinische Auswirkungen auf Atmung und Kreislauf hat.

Bei der Beurteilung subjektiver Beschwerden von seiten des Patienten darf nach ROBISCEK et al (1963) folgendes nicht vergessen werden: Viele Patienten werden sich

ihrer körperlichen Leistungsminderungen gar nicht bewußt, da sie einen Zustand "ohne Symptome" gar nicht kennen. Ihrer Ansicht nach haben Patienten, die an einer Kielbrust leiden, vor allem durch die verminderte Atemexkursion des Thorax ("eingefrorene Brust") Einbußen in ihrer körperlichen Leistungsfähigkeit zu verzeichnen. Sie fanden bei ihren Patienten u. a. Minderwuchs, gelegentlich Dyspnoe, Palpitationen, obstruktives Emphysem und sogar ein Cor pulmonale.

HECKER und DAUM (1964) sehen als Hauptgefahr die paradoxe Atmung und die damit verbundenen Auswirkungen, entweder als sofort auftretende respiratorische Insuffizienz oder als Spätfolge eine Mehrbelastung infolge rezidivierender Infekte des Respirationstraktes. Außerdem kann es durch die andauernde Herzüberlastung zu Hypertrophie und Dilatation des Herzens kommen, die ihrerseits wieder eine zunehmende Thoraxdeformierung verursachen kann.

WISCHNAK (1970) verweist bei Sternalspalten u. a. auf die Möglichkeit von venösen Rückflußstörungen und Reizbildungsstörungen im Sinusknoten durch Verlagerung und Abknickung der großen Gefäße. In seltenen Fällen kann es sogar zu Verdrängungserscheinungen an Ösophagus und Trachea kommen mit Dysphagie.

Neben diesen physischen Beeinträchtigungen, die Patienten mit Thoraxwanddefekten in Kauf nehmen müssen, darf die psychische Belastung einer solchen Mißbildung vor allem bei jungen Menschen nicht außer Acht gelassen werden. Dazu sagt LESTER (1953): "Gerade die moderne Gesellschaft blickt auf den Thorax als Ausdruck der Männlich-

keit oder des weiblichen Sex; deshalb kann eine solche Deformität stark beeinträchtigend sein. Die Patienten meiden "outdoor activity", und daraus können nicht nur psychologische, sondern sogar physiologische Probleme entstehen." Er sieht deshalb neben funktionellen Beeinträchtigungen auch die psychische Belastung als absolute Indikation zur operativen Korrektur angeborener Thoraxwanddefekte.

Behandlungsmethode und deren Ergebnisse

Es sind sich alle Autoren einig, daß im Gegensatz zur Trichterbrust, eine rein konservative Behandlung im Sinne einer Gymnastik oder Kräftigung der Muskulatur durch Atemübungen ohne Erfolg sein müssen.

Damit bleibt als einzige Behandlungsmethode nur ein operatives Vorgehen, wobei 3 Punkte berücksichtigt werden müssen: Wann und ab welchem Ausmaß eines Thoraxwanddefektes ist eine operative Korrektur notwendig, in welchem Alter soll eine Korrektur durchgeführt werden, und welches Vorgehen soll gewählt werden?

Daß alle Thoraxwanddefekte mit Ausnahme der Kielbrust unbedingt einer operativen Korrektur bedürfen, geht bereits aus dem klinischen Bild hervor. Liegt eine paradoxe Atmung vor, muß diese unbedingt beseitigt werden (HECKER 1970). Instabilität des Thorax tritt bei Rippenaplasien größeren Ausmaßes sowie bei subtotalen Sternumspalten auf. Ziel des operativen Vorgehens ist es, eine

stabile Thoraxwand zu erreichen.

Bei Sternalspalten stehen dafür mehrere Methoden zur Verfügung: (WISCHNACK 1970):

1. Direkte Annäherung und Fixation der Sternalleisten mit oder ohne Mobilisation des Brustkorbs
2. Deckung des Defekts mittels Muskelplastik (Hals-, Pectoralis- oder Rektusmuskulatur).
3. Auto- oder alloplastische Deckung des Defekts.

Dabei gilt die primäre Naht mit Seide, Chrom oder Catgut als optimales Vorgehen; diese ist jedoch nur in den ersten Lebenswochen durchführbar, da später die rasch abnehmende Elastizität des Brustkorbes eine direkte Annäherung der Spaltränder verhindert (DAUM u. HECKER 1964) WISCHNACK (1970) beschreibt in einem Fall folgendes operatives Vorgehen: Nach Darstellung der Sternalränder durch Abtrennung der Ansätze der Pektoralismuskulatur wurde der Defekt durch türflügelartig nach innen eingeklappte, vorher eingekerbte Rippenknorpel entlang der Spalte gedeckt. Dadurch wurde ein seitengleich geformter, stabiler Thorax erreicht.

HECKER und DAUM (1964) vereinigten in 2 Fällen einer totalen Sternalspalte die Sternalleisten direkt nach einer Auffrischung und wiesen darauf hin, daß die Annäherung von kaudal nach kranial erfolgen sollte, um eine bessere Adaption an die veränderte Thoraxsituation zu erreichen. Als Nahtmaterial verwendeten sie Drahtnähte. Ihres Erachtens ist die Korrektur einer Sternumspalte wegen der lebensbedrohlichen Problematik notwendig, bei partiellen Sternumspalten sollte die Korrektur innerhalb der

ersten Lebenswochen durchgeführt werden.

Bei partieller Sternumspalte gingen DAUM und HEISS (1970) nach SABISTON (1958) vor: Schräge Incision der an den Defekt angrenzenden Rippen, so daß diese zur Mittellinie gleiten können, wobei die Stabilität des Thorax gewährt bleibt. Im unteren Winkel des Defekts muß ein dreieckförmiger Keil entnommen werden, um die Annäherung der Sternalränder zu erleichtern. Sie erreichten mit diesem Vorgehen ein gutes Ergebnis.

HECKER und DAUM (1964) empfehlen zur Vermeidung einer Lungenhernie eine Plastik der Halsmuskulatur. REHBEIN und HOFMANN (1961) gingen ebenfalls nach SABISTON bei einem 4-jährigen Mädchen vor und konnten den Defekt verschließen. Sie warnten vor einer Deckung des Defekts mit Knorpel, Knochen oder Fremdmaterial und empfahlen, den Eingriff im 1. Lebensjahr durchzuführen, da hier eine umschlingende Drahtnaht wegen der Nachgiebigkeit des Thorax allein genüge.

EIJGELAAR und BIJTEL (1970) gehen ebenfalls in einem Fall nach SABISTON vor; sie konnten ein zufriedenstellendes Ergebnis erreichen, der distale Teil des Sternums zeigte jedoch 2 Jahre p. op. eine Einsenkung. In einer Literaturübersicht zeigten sie, daß ein verhältnismäßig geringes Risiko bei der operativen Korrektur einer angeborenen Sternumspalte bestehe; sie sehen die Indikation zu operativem Vorgehen jedoch nur dann gegeben, wenn bereits nach der Geburt Beschwerden auftreten; zurückhaltend sind sie bei einer Operation aus kosmetischen Gründen. Als Operationsalter geben sie eine Korrektur-

möglichkeit bis zum 4. Lebensjahr an, wenn nach der Methode von SABISTON vorgegangen wird.

HOFFMAN (1965) beschreibt in einem Fall von Sternalspalte bei gleichzeitig vorliegender Omphalozele die Deckung des Defektes mit Marlex Mash. Er verschloß damit einen Defekt von 5x4 cm Größe am unteren Sternalbereich und im oberen Epigastrium.

HELBIG (1963) beschreibt einen Nabelschnurbruch bei gleichzeitiger unterer Sternallücke, welche nach SABISTON verschlossen wurde. Er erreichte ein gutes Ergebnis.

ASP und SULAMAA (1959) deckten einen Sternumdefekt bei einem 2 Monate alten Säugling mit einem Autotransplantat aus dem Parietalknochen.

Bei Rippendefekten, vor allem Rippendys- und -aplasien, bestehen folgende Möglichkeiten einer operativen Korrektur:

1. Die fehlenden Rippen werden durch Transplantate aus benachbarten Rippen ersetzt, welche subperiostal entnommen werden. (ASP und SULAMAA (1959))
2. Der Defekt kann mit autoplastischem Material, homologen oder heteroplastischen Rippen stabilisiert werden. (HECKER und DAUM 1964)

HECKER (1970) bevorzugte das autoplastische Verfahren und entnimmt subperiostal der gegenüberliegenden Seite eine oder zwei Rippen und pflanzt diese in den Defekt ein. RAVITCH (1966) zeigte, daß Rippenfehlbildungen oder Rippenaplasien, die nicht mit Deformitäten des Sternums vergesellschaftet waren, nicht so leicht zu korrigieren waren wie Rippendeformitäten, die gleichzeitig mit Miß-

bildungen der knorpeligen Rippenanteile verbunden waren. RAVITCH beschreibt auch einen Fall eines verdächtigen "Tumors" am Übergang von Rippe zum Sternum, der in Wirklichkeit jedoch eine Verformung des Knorpels darstellte.

HECKER und DAUM (1964) fanden nach Untersuchungen von Druckrey, Off und Oppenheimer, daß alloplastisches Material mit großer Wahrscheinlichkeit Sarkome induziere und deshalb zumindest im Kindesalter nur vorübergehend eingesetzt werden sollten. Sie verwendeten in 2 Fällen einen in Rippenform gearbeiteten, eiweißarmen, heterologen Knochenspan und erzielten damit einwandfreie funktionelle Ergebnisse.

Die Kielbrust (pectus carinatum, pigeon breast) ist im Vergleich zur Trichterbrust wesentlich seltener; RAVITCH (1960) operierte 100 Patienten an einer Trichterbrust und nur 3 Patienten wegen einer Kielbrust. Er empfiehlt die Korrektur einer "chondromanubrial prominence" durch eine subperichondrale Resektion der betroffenen Knorpelabschnitte und einer gleichzeitigen Osteotomie des Sternums.

ROBISCEK et al (1963) fanden innerhalb von 17 Jahren 174 Patienten mit Trichterbrust und 41 Patienten mit Kielbrust; davon war in 2,8 % aller Fälle ein familiäres Auftreten festzustellen. Bei der Operation resezierten sie ab der 2. Rippe subperichondral die Rippenknorpel und osteotomierten das Sternum unterhalb der Abknickung. Um das Sternum zu fixieren, nähten sie "intercostal strips" beider Seiten zusammen.

Bei einer einseitigen Kielbrust raten sie, Knorpel radikal zu entfernen; sollte das Sternum um seine eigene Achse rotiert sein, so kann dies durch eine quere Osteotomie und eine Drahtnaht in Achter-Form auf der eingesunkenen Seite aufgerichtet werden. Sie empfehlen, auch die Knorpel auf der gesunden Seite zu resezieren, da ansonsten die verbleibenden Rippen das Sternum auf ihre Seite ziehen könnten und dadurch eine noch schlimmere Deformität als vor der Operation entstehen kann.

Bei der "chondromanubriale prominence" resezieren sie subperichondral den 2. bis 7. Rippenknorpel und legen am unteren Ende des Manubriums in Höhe des 4. Knorpelknochenwinkels eine quere Osteotomie an, wenn es sich um einen großen Defekt handelt. Der vorstehende Teil des Manubriums und der 1. Rippenknorpel werden mit einem Meißel abgerundet. Das Xiphoid wird entfernt und zur Stützung des unteren Endes des Sternums benützt.

Das funktionelle und kosmetische Ergebnis der so operierten Patienten war zufriedenstellend, die durchschnittliche Liegezeit betrug 8 Tage, ernsthafte Komplikationen oder Todesfälle traten nicht auf. Die besten Ergebnisse konnten bei jungen Patienten erreicht werden, da hier der Thorax als Ganzes besser beweglich war. Das beste Operationsalter lag zwischen 2 und 6 Jahren. Ein manifestes Emphysem stellt ihrer Meinung nach keine Kontraindikation dar, stellt aber das Operationsergebnis in Frage.

LESTER (1953) resezierte bei einer "chondromanubrial prominence" subperichondral 2 cm ab der 2. Rippe, incidierte das Sternumperiost longitudinal und spaltete das Periost an den unteren 4 Segmenten des Sternums nach lateral und entfernte den Processus xiphoideus. Das Sternum wurde im 3. ICR quer durchtrennt und in die richtige Position gebracht. Bei einer starken einseitigen Deformität empfiehlt er ein zweizeitiges Vorgehen, um die Gefahr einer paradoxen Atmung auszuschalten.

LESTER (1953) operierte insgesamt 16 Patienten, die Ergebnisse waren zufriedenstellend; psychologisch und klinisch konnte eine Besserung verzeichnet werden. Es traten keine ernsthaften Komplikationen oder Todesfälle auf, in 2 Fällen war eine Zweitoperation notwendig.

ASP und SULAMAA (1959) resezierten die untersten Rippenknorpel subperichondral, legten eine quere Osteotomie am Sternum an und brachten es durch Elevation in normale Stellung; die durchtrennten Rippenknorpel wurden auf der Vorderfläche des Sternums fixiert. Sie erreichten zufriedenstellende Ergebnisse.

BRODKIN und NEWMARK (1958) sahen als Hauptindikation zur Korrektur im Kindesalter die kosmetisch-psychische Komponente, da ihrer Meinung nach eine Kielbrust im Gegensatz zur Trichterbrust keine Verdrängungerscheinungen hervorrufe. Als Operationsindikation im Erwachsenenalter sehen sie nur einen außergewöhnlich stark ausgeprägten chondrogladiolären Typ der Kielbrust.

LAM und TABER (1971) operierten 8 Patienten mit einer Kielbrust, das Operationsalter lag zwischen 13 und 18 Jahren, als Hauptindikation galten kosmetische und psychologische Gründe.

Bei der Operation des "chondromanubrial type" wurden Teile des 2. bis 4. Knorpels excidiert. Um die Vorwölbung des Sternums zu beseitigen, wurde ein an seiner Basis ca. 2 cm breiter Keil in Höhe der Abknickung entfernt; oberhalb und unterhalb der keilförmigen Resektion wurde je 1 quere Ostotomie angelegt, so daß das Sternum nunmehr in eine normale Position gebracht werden konnte. Durch Nähte an der Resektionsstelle wurde das Sternum in seiner neuen Lage gehalten. Die noch vorstehenden Knorpel wurden begradigt.

Beim "chondrogladiolar type" wurden ebenfalls 2 quere Osteotomien angelegt, wobei aus der unteren ein Keil entnommen und zur Stabilisation in die obere Querostotomie eingesetzt wurde. In beiden Fällen hätten ihrer Meinung nach bei großzügigerer Excision der Knorpel noch bessere Ergebnisse erreicht werden können. Es traten keine ernsthaften Komplikationen auf.

2. Eigenes Krankengut.

An der Kinderchirurgischen Klinik der Universitäts-Kinderklinik München im Dr. v. Haunerschen Kinderspital wurden 1964 bis 1972 14 Kinder mit angeborenen Thoraxwanddefekten gesehen. Von diesen 14 Patienten verstarben 2, ehe eine Korrektur der Thoraxmißbildung durchgeführt werden konnte; 2 weitere Kinder wurden nicht operiert, da die Eltern eine Operation ablehnten. Die restlichen 10 Kinder wurden wegen folgenden Mißbildungen operiert (Tab.21):

Mißbildung	Zahl d.Pat.	♂	♀	parad. Atmung	Op. - Alter
Kielbrust	1	1		nein	9/7 J.
Rippenmißbildg	7	4	3	2x	s.Tab.22
Sternumspalte	1	1		1x	6 Mon.
Thorakopagus	1		1	nein	3 J.

Tab. 21 Mißbildungen, Operationsalter und Geschlechtsverteilung bei 10 Patienten

Bei keinem der Patienten war vorher in der Familie ein Auftreten von Thoraxmißbildungen beobachtet worden; die Geschlechtsverteilung lag bei 2,5 Jungen zu 1 Mädchen. Beschwerden äußerten nur 2 der 10 Patienten vor der Operation; hierbei handelte es sich um eine chronische Bronchitis mit starkem Husten, bei einem anderen Patienten bestanden Schmerzen im Bereich der deformierten Rippe.

Eine paradoxe Atmung wurde bei 3 der 10 Patienten beobachtet; einmal bei einer subtotalen Sternumspalte, die beiden anderen Patienten hatten ausgedehnte Rippenaplasien. (Siehe auch Tab. 22).

Begleitmißbildungen bestanden insgesamt bei 4 der 10 operierten Patienten; dabei handelte es sich im einzelnen um eine Hüftgelenksdysplasie, eine Inguinalhernie mit Hydrocele testis, eine Leistenhernie, Hydrocele funiculi mit Phimose sowie um einen Senk-Knickfuß.

Operative Therapie weiterer angeborener Thoraxwanddefekte an der Kinderchirurgischen Klinik der Universitäts-Kinderklinik München im Dr. v. Haunerschen Kinderspital

Die Indikation zur Operation lag bei dem Vorliegen einer paradoxen Atembeweglichkeit der Thoraxwand außer jeder Diskussion; dies war bei 3 Patienten der Fall. Bei 3 Patienten wurde die Korrektur meist wegen der störenden kosmetischen Verhältnisse durchgeführt, (1 mal Kielbrust, 2 mal Rippenaplasie mit Einsenkung der Thoraxwand), bei den restlichen 4 Fällen wurde entweder wegen der bestehenden Beschwerden (2 mal) oder zum Ausschluß eines Tumors (1 mal) operiert; in Fall 1 mußte nach der Trennung eines Thorakopagus eine Weichteil- und Thoraxwandplastik durchgeführt werden.

Operatives Vorgehen bei Rippendefekten

Aus Tab. 22 geht die Art der Rippenmißbildungen hervor:

Mißbildung	parad. Atmung	Op. -Alter
Hypoplasie links 1. - 4. Rippe	+	13 Monate
Hypoplasie rechts 2. + 3. Rippe	-	2/6 Jahre
Aplasie 3. + 4. Rippe links	-	5 Jahre
Synostoe 1. + 2. Rippe links	-	13/10 Jahre
Gabelrippe rechts 4. Rippe rechts	-	6/9 Jahre
Aplasie 3. -5. Rippe links	-	4 Monate
Auftreibung an Knorpel- Knochengrenze 4. Rippe	-	7/6 Jahre

Tab. 22 Rippendefekte und
Operationsalter

Von den 7 operierten Patienten wiesen 4 eine Hypoplasie bzw. eine Aplasie von Rippen auf; in allen diesen Fällen wurde je nach Ausdehnung des Defekts von der kontralateralen Seite eine oder mehrere Rippen subperiostal entnommen, in mehrere Segmente aufgeteilt und in den Defekt eingepflanzt.

Bei den restlichen 3 Fällen wurde zweimal zum Aus-schluß eines Tumors thorakotomiert; dabei fand sich einmal eine Spatelrippe rechts, im anderen Fall fand man eine Auftreibung an der Knochen-Knorpelgrenze der 4. Rippe rechts, so daß eine Teilresektion der 4. Rippe durchgeführt wurde.

Die stationäre Aufenthaltsdauer betrug im Durchschnitt 13 Tage.

Operative Korrektur einer subtotalen Sternalspalte

In diesem Falle handelte es sich um einen 6 Monate alten männlichen Säugling mit einer subtotalen Sternumspalte; eine Verbindung der beiden Sternalhälften bestand lediglich noch im Bereich des Processus xiphoideus. Klinisch bestand eine ausgeprägte paradoxe Atembeweglichkeit der vorderen Thoraxwand, so daß unbedingt eine Korrektur durchgeführt werden mußte. Die operative Versorgung der Lücke erfolgte durch direkte Naht der Sternalränder mit 4 Drahtnähten, nachdem die Sternalränder vorher angefrischt wurden. Der stationäre Aufenthalt betrug 10 Tage.

Operative Korrektur einer Kielbrust

Es handelte sich hier um einen 10 Jahre alten Jungen, der eine ausgeprägte asymmetrische Kielbrust vom "chondromanubrial type" aufwies. Der Patient hatte präoperativ keinerlei Beschwerden, es wurde aus rein kosmetischen Überlegungen eine Operation durchgeführt. Zur operativen Korrektur wurden die angrenzenden deformierten Rippenknorpel durch Keilexzision begradigt, das Sternum längs und quer osteotomiert, aufgerichtet und dadurch wieder in seine normale anatomische Position gebracht. Das unmittelbare postoperative Ergebnis war gut. Die stationäre Aufenthaltsdauer betrug 14 Tage. Komplikationen traten bei den 10 Operationen lediglich einmal auf; in diesem Fall erkrankte der Patient an einem interkurrent auftretenden Infekt der oberen Luftwege, der jedoch unter gezielter Behandlung bald beherrscht werden konnte. Die restlichen 9 Fälle waren im postoperativen Verlauf komplikationslos und es kam jeweils zu einer Heilung per primam intentionem. Bei 7 Patienten lag das Operationsalter zwischen 3 und 13 Jahren, lediglich in 2 Fällen mit Rippenmißbildungen und in dem einen Fall der subtotalen Sternalspalte wurde innerhalb des ersten Lebensjahres operiert.

Nachuntersuchungsergebnisse

Bei der Nachuntersuchung wurde eine allgemeine klinische Untersuchung durchgeführt, wobei vor allem bei den angeborenen Rippenaplasien bzw. Hypoplasien und im Falle der subtotalen Sternalspalte auf die Thoraxwandstabilität geachtet wurde. Die Festigkeit der vorderen Brustwand war die Grundlage der Beurteilung des Operationsergebnisses, da es uns in diesen Fällen nicht auf die erreichten kosmetischen Verhältnisse ankam. Außerdem wurden Röntgenaufnahmen angefertigt, um das Ergebnis festzuhalten, und die Atemexkursion über den Mamillen und über dem Rippenbogen gemessen. Anamnestisch wurde vor allem auf noch geäußerte Beschwerden bzw. deren Verschwinden geachtet sowie von den Eltern eine etwaige seelische Veränderung der Kinder erfragt. Das erreichte kosmetische Ergebnis, das bei der Operation der Kielbrust im Vordergrund stand, wurde nach den selben Richtlinien beurteilt wie bereits im Abschnitt "Trichterbrust" erläutert.

Insgesamt konnten von den 10 operierten Kindern 7 einer Nachuntersuchung unterzogen werden; davon waren 5 Kinder wegen Rippenmißbildungen, 1 Kind wegen einer subtotalen Sternalspalte operiert worden.

Nachuntersuchungsergebnisse bei Patienten mit Rippendefekten

In dieser Gruppe konnten 5 Patienten nachuntersucht werden (Tab. 23).

	Mißbildung	Operation	parad. Atm. a. op.	p. op. Stabil.	Op. - Alter	NU Zeit in Jahr. / Mon.
1.	hypopl. li 1. -4. Rippe	subperiost Res. 10+11 R	+	+	13 Mon	3/4
2.	Hypopre 2. +3. Rippe	li. 3 Segm. subp. 9. Ri.	-	+	2/6 J.	2/1
3.	Apl. links 3. +4. Rippe	5 Segm. 9. +10. re R	-	+	5 J.	2/1
4.	Synost. li. 1. +2. Rippe	Resekt. 1. Rippe	-	+	13/10 J.	1/10
5.	Gabelrippe 4. Ri. re.	Probethor.	-	+	6/9 J.	2/3

Tab. 23 Nachuntersuchungsergebnisse bei
5 Patienten mit Rippendefekten

Bei den 5 Patienten wurde bei der Nachuntersuchung das Hauptaugenmerk auf eine stabile vordere Thoraxwand gelegt. Dieses Ziel konnte bei allen Patienten erreicht werden, in keinem Fall kam es postoperativ zu einer paradoxen Atmung. Das kosmetische Ergebnis spielte für uns nur eine untergeordnete Rolle, im großen und ganzen wurde ein zufriedenstellendes Resultat erreicht.

Bei der röntgenologischen Untersuchung fand sich im 1. Fall eine gering ausgeprägte Thoraxassymmetrie des linken oberen knöchernen Thorax gegenüber dem rechten, gleichzeitig eine geringgradige Auftreibung der eingesetzten Rippen an ihrem ventralen Ende. Fall 2 zeigte eine geringgradige Asymmetrie der rechten Thoraxhälfte gegenüber der linken, wobei keine knöcherne Konsolidierung der eingesetzten Rippensegmente aufgetreten war. In Fall 3 waren die implantierten Rippensegmente zum großen Teil resorbiert. In den Fällen 4 und 5 waren an den betroffenen Rippen keine Destruktionen mehr feststellbar, die Konturen waren glatt.

Die Atemexkursion zeigte im Durchschnitt eine Differenz zwischen Inspirations- und Expirationswert von 2,5 cm über den Mamillen und 2 cm über dem Rippenbogen.

Bei 2 Patienten war eine deutliche Besserung der Lungenfunktion festzustellen, die restlichen 3 Kinder zeigten funktionell im Vergleich zum Zustand vor der Operation keine Veränderung.

In psychischer Hinsicht stellten bei 2 Patienten die Eltern jeweils ein aufgeweckteres Verhalten fest.

Die Operationen lagen zwischen 1 und 4 Jahren zurück.

Nachuntersuchungsergebnisse bei 1 Patienten mit Kielbrust

Der Patient war im Alter von 10 Jahren aus psychischer Indikation operiert worden. Es handelte sich bei ihm um eine asymmetrische Kielbrust vom "chondromanubrial type".

Bei der 1. Nachuntersuchung 1 Jahr p.op. zeigte sich eine bereits stärkere Asymmetrie des Thorax mit einer parasternalen rechtsseitigen Wulstbildung. Diese hatte sich bis zur letzten Nachuntersuchung verstärkt, so daß eine erneute Asymmetrie des Thorax zu beobachten war bei einer zwar reizlosen, aber leicht verdickten Narbe, so daß das kosmetische Ergebnis als schlecht und korrekturbedürftig angesehen werden mußte.

Funktionell waren bei dem Patienten keinerlei Einschränkungen festzustellen, die Atemexkursion lag mit einer Differenz von 7 cm über den Mamillen und 6 cm über dem Rippenbogen deutlich über der Norm. Röntgenologisch zeigte sich eine Einengung am unteren Sternumgürtel, jedoch keine Einengung des Retrosternalraums. Wir schlugen dem Patienten bzw. dessen Eltern eine Korrekturoperation vor.

Nachuntersuchung bei 1 Patienten mit subtotaler Sternalspalte

Wir operierten einen 6 Monate alten Jungen, bei dem
a. op. eine deutliche paradoxe Atmung bestanden hatte.
Die 1. Nachuntersuchung 2 Monate nach der Operation
zeigte feste Thoraxwandverhältnisse bei sehr gutem
Allgemeinzustand des Jungen.

Wir konnten den Patienten nun $3 \frac{1}{2}$ Jahre nach der Operation einer Kontrolluntersuchung unterziehen. Es zeigte sich ein stabiler Thorax bei reizlosen Narbenverhältnissen; links und rechts parasternal waren 4 Höcker tastbar, die sich bei der Röntgenaufnahme als die Drahtnähte erwiesen, mit denen bei der Operation die Sternalränder aneinander adaptiert wurden; lediglich die erste Naht war etwas auseinandergedrängt. Ansonsten zeigten sich röntgenologisch keine weiteren Besonderheiten.

Das Kind war in einem sehr guten Allgemeinzustand und war voll leistungsfähig. Die Atemexkursion lag mit einer Differenz von jeweils 2 cm über den Mamillen bzw. über dem Rippenbogen etwas unter dem Durchschnittswert der Vergleichsgruppe. (Siehe Abschnitt "Trichterbrust" Tab. 21)
Das kosmetische Ergebnis, das in diesem Fall nur von untergeordneter Bedeutung war, konnte als zufriedenstellend bezeichnet werden.

3. Vergleich und Diskussion

Zieht man den Zeitraum in Betracht, der zwischen Operation und Nachuntersuchungstermin lag, so kommt man im Durchschnitt auf einen Zeitraum von knapp 3 Jahren. Da, im Vergleich zur Trichterbrust, die Operationen bei den übrigen angeborenen Thoraxwanddefekten nicht so eingreifend in die Stabilitätsverhältnisse des Thorax sind, dürfte innerhalb von 3 Jahren das endgültige Resultat bezüglich der Stabilität und auch der Kosmetik erreicht sein. Damit dürften für den Abschnitt der übrigen angeborenen Thoraxwanddefekte von dem Nachuntersuchungszeitraum her gesehen die Kriterien für ein echtes Spätergebnis erfüllt sein.

Da in den Literaturhinweisen bei Rippenmißbildungen meist nur das funktionelle Ergebnis der Operation genannt wird, wurde hier ebenfalls zur Beurteilung des Operationsergebnisses die Stabilität des Thorax herangezogen. Trotz röntgenologisch aufgezeigter Mängel bei der Einheilung der implantierten Rippensegmente wurde in allen Fällen eine stabile vordere Thoraxwand erreicht, keiner der Patienten klagte postoperativ über Beschwerden. Da unsere Patienten mit größeren Rippenhypo- bzw. -aplasien mit einem Alter zwischen 1 und 5 Jahren operiert wurden, kann bezüglich des optimalen Operationsalters keine Aussage gemacht werden. Wir sind jedoch der Ansicht, daß eine Operation größerer Rippendefekte in möglichst jungem Alter erfolgen sollte, da hier die Beweglichkeit des Thorax noch am ausgeprägtesten ist.

Das kosmetische Resultat erschien uns als Beurteilungsgrundlage nebensächlich; es wurde nur der Vollständigkeit halber angeführt. In allen Fällen wurde durch autologes Material, gewonnen durch kontralateral subperiostal entnommene Rippen, der Defekt verschlossen und eine stabile vordere Brustwand erreicht. Somit liegen die Erfolge bei diesem Vorgehen mit dem anderer Autoren gleich.

Als absolute Operationsindikation galt das Vorliegen einer paradoxen Atmung, da hier mit Sicherheit Folgeschäden zu erwarten sind. Eine relative Operationsindikation sahen wir darin gegeben, wenn ein größerer Rippendefekt vorlag; einmal wegen der Verletzungsgefahr, zum anderen wegen pulmonalen Komplikationen bzw. störender kosmetischer Verhältnisse.

Bei den Fällen mit Ringrippe bzw. Synostose der 1. und 2. Rippe wurde nur aus diagnostischen Gründen eine Operation durchgeführt; hier sollte ein Tumor abgegrenzt werden. Es bestand keine paradoxe Atmung, der Defekt war umschrieben, der operative Eingriff dementsprechend klein und daher auch die kosmetischen Erfolge gut.

Die stationäre Aufenthaltsdauer betrug im Durchschnitt 13 Tage, es traten in keinem Fall postoperative Komplikationen auf. Die Atemexkursion zeigte in den 5 Fällen eine durchschnittliche Verminderung um 1,5 cm.

Bei dem Patienten, der wegen einer Kielbrust, operriert wurde, war bei der ersten Nachuntersuchung 6 Monate p. op. bereits ein nicht befriedigendes Resultat zu verzeichnen gewesen; es zeigte sich hier bereits eine stärkere Asymmetrie des Thorax mit einer parasternalen rechtsseitigen Wulstbildung. Das Ergebnis verschlechterte sich

bis zum letzten Nachuntersuchungstermin, der 2 Jahre nach der Operation stattfand, nur unwesentlich, so daß hier ein Spätresultat vorliegen dürfte. Eine Erklärung für das schlechte Ergebnis mag teilweise darin zu finden sein, daß es sich um eine stark asymmetrische Kielbrust handelte, deren operative Korrektur von vorneherein als schwierig angesehen wurde.

Die Operationsindikation bei einer Kielbrust sehen wir in erster Linie durch die kosmetisch-psychische Komponente erfüllt. Bei Fällen mit extremer Thoraxasymmetrie treten zusätzlich klinische Überlegungen in den Vordergrund, da hier ebenfalls wie bei der Trichterbrust Veränderungen an Herz und Lunge zu befürchten sind.

Der Patient befand sich 14 Tage in stationärer Behandlung; es traten keine postoperativen Komplikationen auf.

Die Atemexkursion lag mit einer Differenz von 7 bzw. 6 cm über den Mamillen bzw. über dem Rippenbogen deutlich über der Vergleichsgruppe, so daß Verdrängungerscheinungen in diesem Fall nicht zu befürchten und röntgenologisch auch nicht nachzuweisen waren.

Die Nachuntersuchung des Patienten mit einer subtotalen Sternalspalte wurde 3¹/₂ Jahre nach der Operation durchgeführt, so daß hier ein endgültiges Resultat angenommen werden darf. Daß die Operation möglichst früh durchgeführt werden sollte, mag daraus hervorgehen, daß in unserem Fall die stationäre Aufenthaltsdauer nur 11 Tage betrug und daß die Operation selbst ohne jede Schwierigkeit durchgeführt werden konnte; wir empfehlen deshalb einen möglichst frühen Operationstermin. Das Ziel der Operation, die Beseitigung der präoperativ bestehenden paradoxen Atmung

sowie das Erreichen einer stabilen Brustwand, wurden voll und ganz erreicht. Es traten keinerlei postoperative Komplikationen auf. Die 4 Drahtnähte, mit denen die Sternalränder adaptiert wurden, konnten durch einen kleinen zweiten Eingriff mühelos entfernt werden. Der Junge fühlte sich postoperativ wesentlich wohler und leistungsfähiger.

Die Atemexkursion war zwar mit einer Differenz von jeweils 2 cm über den Mamillen bzw. dem Rippenbogen etwas unter dem Durchschnitt, wirkte sich jedoch klinisch in keiner Weise aus.

D. Zusammenfassung

I. Trichterbrust

Das Literaturstudium sollte einen Überblick über die in den letzten 20 Jahren durchgeführten Methoden zur Operation einer Trichterbrust aufzeigen und die Ergebnisse dieser Methoden einander gegenüberstellen.

Der 2. Teil gibt einen Überblick über das Krankengut der Kinderchirurgischen Klinik der Universitätskinderklinik München im Dr. v. Haunerschen Kinderspital (Dir.: Prof. Dr. W. Ch. Hecker), das an einer Trichterbrust operiert wurde. Dabei wurden die Patienten in 2 Gruppen aufgeteilt: eine Gruppe, welche nach HEGEMANN, BRUNNER oder deren Modifikationen, sowie mittels äußerem Fixationsverfahren operiert und 4 bis 10 Jahre nach der Operation nachuntersucht wurde; die andere Gruppe wurde nach einem modifizierten Verfahren nach RAVITCH operiert und 1 bis 4 Jahre post operationem nachuntersucht.

Dabei zeigte sich, daß die 2. Gruppe ein wesentlich besseres kosmetisches Ergebnis erzielte als die 1. Gruppe; welche Rolle Operationsalter, Nachuntersuchungszeitraum, Nachbehandlung u. a. spielt, ist in den vorausgegangenen Kapiteln ausführlich dargelegt.

Insgesamt wurden in der 2. Gruppe (modifiziertes Verfahren nach RAVITCH) 30 Patienten nachuntersucht. Nach unseren Ergebnissen liegt das beste Operationsalter zwischen dem 3. und 4. und dem 7. und 8. Lebensjahr; die besten Ergebnisse

wurden bei den Patienten erreicht, die postoperativ Gymnastik oder Schwimmen betrieben haben; von den 30 Kindern hatten 60 % ein gutes, 30 % ein befriedigendes und 10 % ein schlechtes kosmetisches Ergebnis.

Es kam zu keinem Todesfall; als Komplikation trat am häufigsten eine intraoperative Pleuraöffnung auf. Der Sternum-Wirbelsäulenabstand konnte im Durchschnitt um 2,6 cm vergrößert werden; der Vertebralindex verminderte sich um durchschnittlich 9 %.

Zwischen den Ergebnissen bei Jungen und Mädchen war statistisch kein Unterschied festzustellen.

Bei der 1. Gruppe (Operation nach HEGEMANN, BRUNNER modifiziert, äußeres Fixationsverfahren) hatten von 10 nachuntersuchten Patienten einer ein gutes, 3 ein befriedigendes und 6 ein schlechtes kosmetisches Ergebnis; trotz der kosmetisch nicht befriedigenden Ergebnisse zeigte sich eine deutliche Vergrößerung des Retrosternalraumes um 2,2 cm im Durchschnitt.

Ein Todesfall war ebenfalls nicht zu beklagen; Komplikationen hielten sich im Rahmen des normalen.

Anhand des kleinen Krankengutes kann über das optimale Operationsalter keine zuverlässige Aussage gemacht werden.

Der Vertebralindex verminderte sich bei 6 Patienten um 5 %, bei 1 Patient blieb er unverändert, bei 1 Patienten hatte er um 3 % zugenommen.

II. Übrige Thoraxwanddefekte

Anhand der Literatur wird im ersten Teil über Formen, Ätiologie und Pathogenese, Klinik, Therapie und Ergebnisse operativer Therapie der übrigen Thoraxwanddefekte berichtet.

Im 2. Teil wird ein Überblick über das Krankengut der Kinderchirurgischen Klinik der Universitätskinderklinik München im Dr. v. Haunerschen Kinderspital gegeben, das an übrigen angeborenen Thoraxwanddefekten operiert und nachuntersucht wurde. Es handelt sich um 5 Fälle von Rippenmißbildungen, 1 Fall mit Kielbrust und 1 Fall mit sub-totaler Sternalspalte.

Es wird das operative Vorgehen, die Operationsindikation und das Ergebnis diskutiert.

Bei Rippendefekten wie auch bei Sternalspalten ist, wenn eine paradoxe Atmung vorliegt, unbedingt eine sofortige operative Korrektur anzustreben; in allen anderen Fällen kann mit der Operation gewartet werden. Sämtliche Operationen hatten stabile Thoraxwandverhältnisse zur Folge; es kam zu keinerlei postoperativen Komplikationen.

E. Literaturnachweis

1. Adkins, P.C. and Blades, B.: A stainless steel strut for correction of pectus excavatum.
Surg. Gyn. et Obst. 113, 111 - 113 (1961)
2. Adkins, P.C., Groff, D.B., Blades, B.: Experiences with metal struts for chest wall stabilisation
Ann. Thor. Surg. 5, 246 - 254 (1968)
3. Alnor, P.C. und Jaquet, G.-H.: Das Spätergebnis nach Trichterbrustoperationen
Bruns Beitr. Klin. Chir. 203, 171 - 195 (1961)
4. Asp, K. und Sulamaa, M.: Ectopia cordis
Acta Chir. Scand. 118, 392 - 396 (1959/60)
5. Bär, C.G., Zeilhofer, R. und Heckel, K.: Über die Beeinflussung des Herzens und der Atmung durch die Trichterbrust.
Dtsch. Med. Wschr. 83, 282 - 285 (1958)
6. Backer, O.G., Brünner, S. and Larsen, V.: The surgical treatment of funnel chest
Acta Chir. Scand. 121, 253 - 261 (1961)

7. Baronowsky, I. D.: Technique for the correction of
pectus excavatum
Surg. 42, 884 - 890 (1957)
8. Bauermeister, A.: Zur chirurgischen Behandlung
der Trichterbrust
Bruns Beitr. Klin. Chir. 219, 241 - 252 (1972)
9. Bauhinus, J.: Zit. nach Brown (1939/40)
10. Berghaus, H. und Kuipers, G.: Zum Problem der
primären Stabilität und Rezidivneigung
nach Trichterbrustoperationen
Thoraxchirurgie 16, 117 - 124 (1968)
11. Borgeskov, S. and Raahave, D.: Long-term result
after operative correction of funnel chest.
Thorax 26, 74 - 76, (1971)
12. Brandt, G.: Die verschiedenen Formen der Trichter-
brust und ihre operative Behandlung.
Thoraxchirurgie 1, 57 - 64, (1953)
13. Brodtkin, H. and Newmark, N.: Pigeon breast-
Congenital chondrosternal prominence.
Arch. Surg. 77, 261 - 264 (1958)
14. Brown, L.: Pectus Excavatum (Funnel Chest)
Jour. Thor. Surg. 9, 164 - 184, (1939/40)

15. Bruck, H. G. und Salzer, G.: Korrektur der Trichterbrust beim Jugendlichen und Erwachsenen.
Acta Chir. Austr. 1, 8 - 14 (1969)
16. Brunner, L., Hoffmeister, H.-E., Koncz, J.:
Stabilisierende Eingriffe am Thorax bei
Trichterbrustkorrekturen und Verletzungen
des knöchernen Brustkorbes.
Med.-Klin. 59, 515 - 517 (1964).
17. Brunner, A.: Zur operativen Behandlung der Trichterbrust
Chirurg 25, 303 - 305 (1954)
18. Burton, J. F.: Method of correction of ectopia cordis.
Arch. Surg. 54, 79 - 84 (1947)
19. Busack, E.: Wirbelsäulenveränderungen bei Trichterbrust
Zeitschr. Orth. 92, 457 - 461 (1960)
20. Daum, R. und Hecker, W. Ch.: Zur operativen
Korrektur der totalen Sternumspalte
Thoraxchirurgie 12, 333 - 339 (1964)
21. Daum, R. und Heiß, W.: Zur operativen Korrektur
angeborener Sternumspalten.
Thoraxchirurgie 18, 432 - 436 (1970)

22. Ebstein, W.: Über die Trichterbrust.
Deutsch. Arch. Klin. Med. 30, 411 - 428 (1882)
23. Eckstein, H. B.: Indikation und Behandlung der
Trichterbrust
Langenbecks Arch. Klin. Chir. 193, 121 - 127 (1938)
24. Eggers, T.: Die operative Korrektur der Trichter-
brust unter besonderer Berücksichtigung
der Spätergebnisse.
Diss. Med. Kiel (1958)
25. Eijgelaar, A. und Bijtel, J. H.: Congenital cleft
sternum
Thorax 25, 490 - 498 (1970)
26. Erbertseder, A. W.: Die operative Behandlung der
Trichterbrust
Münch. Med. Wschr. 3, 131 - 134 (1967)
27. Flemming, F. und Neute, E.: Zum Problem der
Brustkorbstabilisierung nach Trichterbrust-
operationen
Chirurg 37, 109 - 113 (1966)
28. Geisbe, H., Mildenerberger, H., Flach, A. und Fendel,
H.: The aetiology and pathogenesis of funnel
chest.
Progr. Ped. Surg. Vol. 3, 13 - 36, (1971)

29. Geisbe, H., Buddecke, E., Flach, A., Müller, G., Stein, U.: Biochemische, morphologische und physikalische sowie tierexperimentelle Untersuchungen zur Pathogenese der Trichterbrust.
Langenbecks Arch. Klin. Chir. 319, 536 - 541 (1967)
30. Geroulanos, S., Senning, A. und Hahnloser, P.: Vereinfachte Operation zur Trichterbrustkorrektur.
Dtsch. Med. Wschr. 99, 57 - 58 (1974)
31. Haller, J.A., Peters, G.N., Mazur, D., White, J.J.: Pectus excavatum
Journ. Thorac. Card. Surg. 60, 375 - 383 (1970)
32. Grob, M.: in: Köllermann, M.W. und Aprin, R.: Ergebnisse der chirurgischen Behandlung der Trichterbrust.
Zeitsch. Kinderch. 4, 239 - 242 (1967)
33. Hartl, H.: Thoraxwandstabilisierung bei Trichterbrustoperationen im Kindesalter
Wien. Med. Wsch. 13, 314 - 316 (1967)
34. Harttung, H.: Beitrag zur Chirurgie des Brustbeins
Dtsch. Zeitschr. Chir. 123, 314 - 320 (1913)
35. Hecker, W.Ch. und Dennhardt, D.: Operationen an der kindlichen Brust
Pädiatr. Prax. 10, 427 - 436 (1971)

36. Hecker, W.Ch. und Daum, R.: Chirurgisches Vorgehen bei kongenitalen Brustwanddefekten
Chirurg 35, 482 - 484 (1964)
37. Hegemann, G.: Kosmetische und funktionelle Ergebnisse operativer Maßnahmen bei Trichterbrust
Langenbecks Arch. Klin. Chir. 319, 526 - 536 (1967)
38. Hegemann, G. und Leutschaf, R.: Die operative Behandlung der Trichterbrust.
Thoraxchir. 13, 281 - 287, (1965)
39. Hegemann, G., Morschewsky, V., Kemmerer, G., Köllermann, M.W., Leutschaf, R. und Spies, B.: Trichterbrustoperation
Med. Klinik 63, 298 - 302 (1968)
40. Hegemann, G., Leutschaf, R., Schoberth, H.: Erfahrungen bei 100 Trichterbrustoperationen
Dtsch. Med. Wschr. 87, 774 - 784 (1962)
41. Hegemann, G. und Schoberth, H.: Die operative Behandlung der Trichterbrust
Dtsch. Med. Wschr. 83, 277 - 281 (1958)
42. Helbig, D.: Zur medianen Bauchspalte, kombiniert mit einer unteren Sternallücke.
Chirurg 34, 127 - 128 (1963)

43. Helmer, F.: Rundgespräch Trichterbrust:
Langenbecks Arch.Klin.Chir. 319, (1967)
44. Hippocrates: Zit.nach Robiscek, F., Sanger, P.W.,
Taylor, F. (1963)
45. Hoffman, E.: Surgical correction of bifid sternum.
Arch.Surg. 90, 76 - 80 (1965)
46. Hoffmeister, W.: Operation der angeborenen
Trichterbrust
Bruns Beitr.Klin.Chir. 141, 215 - 223 (1927)
47. Holzhey, P.: Fehldiagnosen bei Patienten mit
Trichterbrust
Wien. Z. Inn. Med. 49, 321 - 331 (1968)
48. Hünér, H. und Schautz, R.: Zur operativen Therapie
der Trichterbrust.
Chirurg 37, 555 - 557 (1966)
49. Janec, M.: Neues Operationsverfahren zur Korrektur
der Trichterbrust
Zeitschr.Ki Chir. 9, 121 - 127 (1970)
50. Jaster, D. und Seyfarth, H.: Beitrag zur Trichterbrust
Zeitschr.Orth. 102, 49 - 61 (1966/67)
51. Kirmisson, E.: Lehrbuch der chirurgischen Erkrankungen
angeborenen Ursprungs
Stuttgart 1899

52. Kjaer, A., Poulsen, T. und Vestengaard, E.:
Funnel chest and pigeon chest. -A follow
up study
Acta Chir. Scand. 356 Suppl. 140 - 148 (1965)
53. Kresse, H., Stein, U. und Buddecke, E.: Biochemische
Untersuchungen zur Pathogenese der Trichter-
brust (Pectus Excavatum)
Zeitschr. Klin. Chem. u. Klin. Biochem. 7,
45 - 50 (1969)
54. Kunz, H., Helmer, F. und Howanietz, L.: Erfahrungen
mit der operativen Behandlung der Trichterbrust
Thoraxchir. 14, 329 - 337 (1966)
55. Lam, C. and Taber, R.: Surgical treatment of pectus
carinatum
Arch. Surg. 103, 191 - 194 (1971)
56. Lannelongue: in: Kirmisson; E.: Lehrbuch der
chirurgischen Erkrankungen angeborenen
Ursprungs
Stuttgart 1899
57. Lehner, H.: Das Krankheitsbild der Trichterbrust
mit besonderer Berücksichtigung der Frage
der Erfolgsaussichten einer operativen
Behandlung
Diss. Med. München (1960)

58. Lester, C.W. : The surgical treatment of funnel chest
Ann. Surg. 123, 1003 - 1009 (1946)
59. Lester, C.W. : Pigeon breast and other protrusion
deformities of the chest of developmental
origin
Ann. Surg. 137, 482 - 491 (1953)
60. Liese, W. und Bühlmann, A.A. : Arbeitskapazität und
Lungenvolumina vor und nach chirurgischer
Korrektur einer Trichterbrust
Schweiz. Med. Wschr. 104, 83 - 86 (1974)
61. Löhr, B., Bauermeister, A. und Friedrich, K. :
Die Operation der Trichterbrust
Zentralbl. Chir. 10, 345 - 369 (1967)
62. Lorenz, D. und Zimmermann, W.E. : Die Indikation
zur Operation der Trichterbrust mit Hilfe
von atemmechanischen und blutgasanalytischen
Untersuchungen
Langenbecks Arch. Klin. Chir. 319, 541 - 545 (1967)
63. v. Mallinckrodt, H. und Gremmel, H. : Die Trichterbrust
Thoraxchirurgie 8, 135 - 151 (1960/61)
64. Maier, H.C. and Bortone, F. : Complete failure of
sternal fusion with herniation of pericardium
J. Thor. Surg. 18, 851 - 855 (1949)

65. Maneke, M.: Untersuchungen zur Pathogenese der
Brustkorbverformungen
Dtsch. Med. Wschr. 84, 504 - 509 (1959)
66. Meyer, L.: Zur chirurgischen Behandlung der
angeborenen Trichterbrust
Berl. Klin. Wschr. 34, 1563 - 1566 (1911)
67. Michel, D.: Angeborene Herzfehler
Springer Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg
(1964)
68. Moghissi, K.: Long-term results of surgical correction
of pectus excavatum and sternal prominence
Thorax 19, 350 - 354 (1964)
69. Morger, R.: Zur Korrektur der Trichterbrust im
Kindesalter
Praxis 56, 1490 - 1491 (1967)
70. Nowak, H.: Die erbliche Trichterbrust
Dtsch. Med. Wschr. 14, 2003 - 2004 (1936)
71. Oborniedermayer, A.: Rundgespräch Trichterbrust
Langenbecks Arch.Klin.Chir. 319, 552 +
553 (1967)
72. Ochsner, H. und De Bakey, M.: Chone-Chondrosteron.
Report of a case and review of the literature
J. Thorac. Surg. 8, 469 - 475 (1939)

73. v. d. Oelsnitz, G.: Der gegenwärtige Stand der operativen Trichterbrustbehandlung
Med. Hab. - Schr. Hannover (1973)
74. Oppolzer, R.: Zur Operation der Trichterbrust nach Ombrédanne bei Erwachsenen
Wien, Klin. Wschr. 72, 727 - 732 (1960)
75. Paltia, V., Parkkulainen, K. V., Sulamaa, M. and Wallgreen, G. R.: Operative technique in funnel chest
Acta Chir. Scand. 116, 90 - 98 (1958/59)
76. Poka, L. und Boros, T.: Über die Vererblichkeit der vorderen Thoraxdeformitäten.
Zentralbl. Chir. 46, 1716 - 1719 (1966)
77. Ravitch, M. M.: The forms of congenital deformities of the chest and their treatment.
Progr. Ped. Surg. 3, 1 - 12 (1971)
78. Ravitch, M. M.: The operative treatment of pectus excavatum
Ann. Surg. 129, 429 - 439 (1949)
79. Ravitch, M. M.: Technical problems in the operative Correction of pectus excavatum
Ann. Surg. 162, 29 - 33 (1965)

80. Ravitch, M.M.: Atypical deformities of the chest wall-
absence and deformities of the ribs and
costal cartilages
Surg. 59, 438 - 449 (1966)
81. Ravitch, M.M.: The operative correction of pectus
carinatum
Ann. Surg. 151, 705 - 713 (1960)
82. Ravitch, M.M.: Unusual sternal deformity with cardiac
symptoms - operative correction.
Journ. Thorac. Surg. 23, 138 - 147 (1952)
83. Ravitch, M.M.: Operative treatment of congenital
deformities of the chest
84. Regensburger, D., Brunner, L., Hoffmeister, H.E.,
Koncz, J. und Stapenhorst, K.: Indikations-
fehler bei Trichterbrustoperationen
Langenbecks Arch. Klin. Chir. 327, 570 -
574 (1970)
85. Rehbein, F.: The use of internal steel struts in the
operative correction of funnel chest
J. Pediat. Surg. 1, 80 - 87 (1966)
86. Rehbein, F. und Hofmann, K.: Angeborene Sternumspalte
Chirurg 32, 106 - 108 (1961)

87. Reusch, C. S. : Hemodynamic studies in pectus excavatum
Circ. 24, 1143 - 1150 (1961)
88. Römer, K. H. : Zur Retention nach Korrektur der
Trichterbrust
Dtsch. Gesundheitswesen 24, 126 - 129 (1969)
89. Robiscek, F., Sanger, P. W., Taylor, F. H. : The
surgical treatment of chondrosternal
prominence (pect. carinatum)
Journ. Thor. Cardiovasc. Surg. 45, 691 -
701 (1963)
90. Rueff, F. L. : Trichterbrust
Med. Klinik 63, 52 - 55 (1968)
91. Sabiston, D. C. : The surgical management of congenital
bifid sternum with partial ectopia cordis
Journ. Thorac. Surg. 35, 118 - 122 (1958)
92. Sanger, E. D., Boles, D. F. : Deformities of the
anterior wall
Surg. Gyn. et Obst. 116, 515 - 522 (1963)
93. Sauerbruch, F. : Operative Beseitigung der angeborenen
Trichterbrust
Dtsch. Zeitschr. Chir. 234, 760 - 764 (1931)

94. Schaub, F. und Wegmann, T.: Elektrokardiographische
Veränderungen bei Trichterbrust
Cardiolog. 24, 39 - 45 (1954)
95. Schlegel, K. F.: Rückwirkungen auf die Wirbelsäule
bei Trichterbrust
Langenbecks Arch. Klin. Chir. 319, 545 -
548 (1967)
96. Seling, A., Marx, E. und Cardozo, J. M.: Spätergeb-
nisse der nach Brunner operierten Trichter-
brust
Langenbecks Arch. Klin. Chir. 328, 139 -
152 (1971)
97. Seling, A. und Maurer, H. -J.: Deformitäten der
Halswirbelsäule bei Trichterbrustpatienten
Zentralbl. Chir. 92, 2307 - 2309 (1967)
98. Senning, A. und Johanson, P.: in: Geroulanos et al:
Vereinfachte Operation zur Trichterbrust-
korrektur
Dtsch. Med. Wschr. 99, 57 - 58 (1974)
99. - Schmitt, W.: Zur Brustwandstabilisierung nach
Trichterbrustoperationen
Chirurg 33, 440 - 445 (1962)

100. Shannon, J.P. and Sparks, C.H.: An improved
method for repair of pectus chest deformities
Ann. Thor. Surg. 16, 629 - 635 (1973)
101. Stanford, W., Bowers, D. Lindberg, E.F.,
Armstrong, R.G., Finger, E.R. and Dibbel,
D.G.: Silastic implants for correction of
pectus excavatum
Ann. Thorac. Surg. 13, 529 - 534 (1972)
102. Sulamaa, M. und Wallgreen, E.I.: Trichterbrust
Zeitschr. Kinderchir. 8, 22 - 30 (1970)
103. Svanberg, L.: Clinical value of analysis of lung
function in some intrathoracic diseases,
Acta Chir. Scand. 111, 187 - 195 (1956)
104. Tischer, W. und Leutert, G.: Über histologisch -
histochemische Veränderungen der Rippen-
knorpel bei Trichterbrust
Thoraxchir. 15, 113 - 120 (1967)
105. Übermuth, H.: Erfahrungen zur Operation der
Trichterbrust
Langenbecks Arch. Klin. Chir. 287, 234 -
238 (1957)

106. de Vivie, H.-R.; Heisig, B., Brunner, L.,
Regensburger, D. und Cottmann, U.P.:
Früh- und Spätergebnisse von Trichter-
brustoperationen nach der Methode von
Jensen, Schmidt und Garamella
Bruns Beitr. Klin. Chir. 220, 284 - 291 (1973)
107. Wada, J., Ikeda, K., Ishida, T. and Hasegawa,
T.: Results of 271 Funnel chest operations
Ann. Thor. Surg. 10, 526 - 531 (1970)
108. Wanke, R.: Anzeigestellung zur operativen Behandlung
der Trichterbrust
Langenbecks Arch. Klin. Chir. 253, 406 -
411 (1953)
109. Wehner, W.: Korrektur der Trichterbrust
Zbl. Chir. 97, 1239 - 1244 (1972)
110. Wick, E.: Herzbefunde bei Trichterbrust
Med. Welt 1965, 1107 - 1119 (1965)
111. Willital, G.H.: Operative Korrektur der Trichterbrust
und ihre Spätergebnisse
Monatsschr. Kiheilk. 118, 633 - 639 (1970)
112. Wischnack, H.: Die Sternumspalte
Zbl. Chir. 95, 878 - 891 (1970)

113. Wooler, G.H., Mashour, A.S., Garcia, J.B.,
Holden, M.P., and Ionescu, M.T.:
Pectus Excavatum
Thorax 24, 557 - 562 (1969)
114. Zeltner, E.: Die Entwicklung des Thorax von der
Geburt bis zur Vollendung des Wachstums
und ihre Beziehungen zur Rachitis.
Jb. Kinderheilk. 78, 150 - 169
150. Ergänzungsheft (1913)
115. Zenker, R. und Schmidt-Habelmann, P.: Kritische
Anmerkungen zur operativen Korrektur der
Trichterbrust
Langenbecks Arch. Klin. Chir. 319, 520 -
526 (1967)
116. Zuckerkindl, M.: Untersuchungen über den miss-
bildeten Brustkorb des Herrn J.W.,
vorgenommen im Wiener anatomischen
Institute
Wiener Med. Blätter 50, 1269 - 1274 (1880)

LEBENS LAUF

Am 8. Januar 1947 wurde ich, Werner Billinger, als Sohn von Erwin Billinger und dessen Ehefrau Maria, geb. Sandmeir, in Augsburg geboren.

Von 1953 bis 1958 besuchte ich die Volksschule,

1958 bis 1967 besuchte ich das Jakob-Fugger-Gymnasium, wo ich mit dem Abitur abschloß.

Von Oktober 1967 bis April 1969 leistete ich meinen Grundwehrdienst in einer Sanitätskompanie der Bundeswehr ab.

Im April 1969 begann ich mit dem Medizinstudium an der Universität München.

Die Ärztliche Prüfung legte ich am 18. Juni 1975 an der Universität München ab.

Zur Zeit arbeite ich als Medizinalassistent beim Krankenhauszweckverband Augsburg.

Augsburg, im Juli 1976

